

## THESIS / THÈSE

### MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

#### Contribution à l'évaluation du réseau BANCONTACT

Huwart, Thierry

*Award date:*  
1988

*Awarding institution:*  
Université de Namur

[Link to publication](#)

#### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

#### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur

Institut d'Informatique

Année académique 1987 - 1988

CONTRIBUTION A L'EVALUATION DU

RESEAU BANCONTACT

Thierry HUWART

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de

Licencié et Maître en Informatique

## RESUME

BANCONTACT gère un réseau de terminaux de paiement grâce auquel il est possible d'obtenir des billets de banque à des guichets automatiques ou de régler le montant de ses achats dans certains magasins. Tous les terminaux sont reliés à un ordinateur central par le biais d'un réseau de télécommunications.

Le but de notre mémoire est de développer un outil d'analyse des performances du réseau à partir des informations, principalement des opérations bancaires, traitées par le central.

Au cours de notre travail, nous avons donc étudié le fonctionnement du réseau BANCONTACT et les informations enregistrées par le central, établi une évaluation critique, développé certains procédés de mesure et rédigé des programmes réalisant ces mesures.

## ABSTRACT

BANCONTACT manages a network of payment terminals by which customers are able to receive bank notes from automatic teller machines or to pay purchases in some shops. All the terminals are connected to a central computer via a telecommunication network.

The purpose of our thesis is to develop an analysis tool to measure the network performances on the basis of the informations, mainly banking dealings, treated by the central.

During our work, we studied the BANCONTACT network working and the informations the central records, set up a critical examination, developed some measurement methods and wrote programs to perform these measurements.

## REMERCIEMENTS

Nous adressons au Professeur Ph. van BASTELAER, promoteur de ce mémoire, notre profonde gratitude et nos plus vifs remerciements. L'appui solide, les remarques toujours pertinentes et les conseils qu'ils nous a prodigués nous ont grandement aidé à mener notre travail à bien.

L'élaboration du contenu de ce mémoire n'aurait toutefois pas été possible sans l'accueil favorable que nous a réservé la société BANCONTACT. Nous avons apprécié l'appui efficace de nos collègues durant notre stage. Nous tenons ici à remercier particulièrement Messieurs E. JENAER et P. DEMAERSCHALK de leur étroite collaboration ainsi que Messieurs Ph. MALARME et Ph. KEMPENERS de l'attention constante qu'ils ont manifestée à notre travail. Nous exprimons notre reconnaissance à Madame M. LACROIX de la lecture attentive et critique qu'elle a donnée à notre manuscrit.

Enfin, nous n'oublions pas nos proches, camarades et amis, qui nous ont encouragé, incité à poursuivre notre rédaction et aidé à en dépasser les écueils.

## INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, la société BANCONTACT S.C. offre les services d'un réseau de terminaux de paiement à ses clients.

Le grand public connaît la société par le dynamisme soutenu qu'elle apporte à la variété et à la qualité de ses services. Aujourd'hui, nous connaissons surtout les retraits d'argent à des guichets automatiques, les paiements de carburant à des pompes automatisées et l'acquittement d'achats dans certains magasins à l'aide d'une carte magnétique, sans chèque ni argent liquide. Depuis peu de temps, il est possible d'accéder, avec la même carte, à d'autres réseaux de terminaux en Belgique et à l'étranger.

Toutes les opérations effectuées par un client sur le réseau BANCONTACT ou via un réseau extérieur sont centralisées, traitées et enregistrées au siège de la société à Bruxelles. Outre les opérations bancaires, le réseau véhicule également des données nécessaires à sa propre gestion.

Notre travail au sein de la société consistait à développer une méthode qui permette d'évaluer les performances du réseau à partir des informations enregistrées par le central.

Il fut d'abord nécessaire de déterminer clairement l'organisation du réseau BANCONTACT. Notre premier chapitre présente donc au lecteur les concepts importants en transmission de données dont se sert la société pour véhiculer l'information entre les terminaux et le central. Ces notions servent de base à la présentation détaillée du réseau proprement dit que nous décrivons au deuxième chapitre.

Après avoir présenté l'objet de notre examen, nous détaillons dans le troisième chapitre les moyens dont nous disposons pour évaluer cet objet. Le central enregistre certaines informations échangées sur le réseau et nous passons celles-ci en revue.

Dans le quatrième chapitre, nous examinons les principes de gestion d'un réseau de communication et les méthodes éventuellement employées pour évaluer cette gestion. Connaissant le réseau BANCONTACT que nous avons présenté aux premier et deuxième chapitres et les informations détaillées au troisième chapitre, dont nous disposons pour l'évaluation, nous établissons ici le cadre général de notre travail.

Dans le cinquième chapitre, nous définissons précisément notre projet. Concrètement, celui-ci conduit à un programme d'aide à l'évaluation des performances du réseau. Nous rappelons les objectifs à atteindre, la qualité et l'efficacité des moyens utilisés pour atteindre ces objectifs, nous formalisons les informations qui nous sont nécessaires et nous décrivons les fonctions que réalisent nos programmes.

Le sixième chapitre expose la méthodologie que nous avons utilisée pour définir et réaliser nos programmes. Sachant le dynamisme de la société qui nous a accueilli, nous avons attaché une importance particulière à une architecture bien définie qui facilite la maintenance des programmes et permette des améliorations régulières. De plus, le volume très important des informations à traiter (environ 250000 opérations bancaires et 350000 messages enregistrés par jour) a attiré l'accent sur la performance de nos produits.

Enfin, en guise de conclusion, nous établissons le bilan de notre travail. Nous exposons là quelques résultats obtenus et montrons au lecteur que même pendant notre stage dans la société, de nouveaux services ont été offerts aux clients, dont nous n'avons pas pu tenir compte ici.

Nos annexes reprennent le texte source de nos programmes, leur documentation, quelques produits de test et des outils de maintenance, la description de résultats et la description complète de cet ensemble.

En tête de chaque chapitre, nous offrons au lecteur un petit résumé du contenu de ses paragraphes. Nous espérons ainsi, comme dans cette introduction, faciliter le cheminement du lecteur à travers ce mémoire.

## TABLE DES MATIERES

RESUME - ABSTRACT	I
REMERCIEMENTS	II
INTRODUCTION	III
TABLE DES MATIERES	V
Chapitre I. - NOTIONS FONDAMENTALES EN TELECOMMUNICATIONS	1
I.1. UN PEU DE VOCABULAIRE	2
I.1.A. Liaison de données	2
I.1.B. Information	3
I.1.C. Simplex et duplex	3
I.1.D. Transmission synchrone et asynchrone	3
I.1.E. Bande de base et modulation	5
I.1.F. Modem	5
I.1.G. Réseau commuté, ligne louée et réseau à commutation de paquets	5
I.1.H. Lignes	6
I.1.I. Liaisons	6
I.1.J. Concentrateur	7
I.1.K. Frontal	7
I.1.L. Encryptage	7
I.2. LES COUCHES OSI	8
I.2.A. Couche 1, dite physique	10
I.2.B. Couche 2, dite de liaison	10
I.2.C. Couche 3, dite de réseau	10
I.2.D. Couche 4, dite de transport	11
I.2.E. Couche 5, dite de liaison	11
I.2.F. Couche 6, dite de présentation	11
I.2.G. Couche 7, dite d'application	12
I.3. LES NORMES DE TRANSMISSION	13
I.3.A. Norme V21	13
I.3.B. Norme V23	13
I.3.C. Norme V26	14
I.3.D. Norme V24 et V28	14
I.4. LA PROCEDURE BSC	15
I.4.A. Introduction	15
I.4.B. Principes de fonctionnement	16
I.4.C. Adressage	17
I.4.D. Commandes	17
I.4.E. Transparence	18
I.4.F. Trames	19
I.4.G. Exemples d'échanges	21
I.4.H. Incidents	22
I.5. LE RESEAU DCS	23

Chapitre II. - LE RESEAU BANCONTACT	24
II.1. LES TERMINAUX	25
II.2. LES DEBUTS DU RESEAU	27
II.3. LA CONCENTRATION DU TRAFIC	28
II.3.A. Connexion d'appareils plus nombreux	28
II.3.B. Connexions diverses	28
II.3.C. Procédures différentes	29
II.3.D. Réduction des coûts	30
II.3.E. Réalisation de fonctions annexes	30
II.4. LES LIGNES MULTIPOINT	31
II.5. LE RESEAU COMMUTE	32
II.6. LA LIAISON MISTER-CASH	34
II.7. LA CONFIGURATION ACTUELLE	34
II.8. PERIODICITE DES INVITATIONS A EMETTRE ET A RECEVOIR	37
II.8.A. Sur ligne multipoint	37
II.8.B. Sur liaison concentrateur - serveur	37
II.9. L'ADRESSAGE DES STATIONS	38
 Chapitre III. - LES MESSAGES VEHICULES SUR LE RESEAU	 40
III.1. INTRODUCTION	41
III.2. EN-TETE DES MESSAGES	45
III.3. MESSAGES DES CONCENTRATEURS	46
III.3.A. Envoi de l'état de la configuration	46
III.3.B. Envoi des incidents de communication	47
III.3.C. Envoi d'un récapitulatif d'état	47
III.3.D. Demande de déconnexion	48
III.3.E. Demande de connexion	49
III.3.F. Nouvelle table de configuration	50
III.3.G. Concentrateur on-line	51
III.4. TABLES ET DIAGRAMMES D'ETAT	51
III.5. PROTOCOLE DES CONCENTRATEURS	56
III.6. MESSAGES DES SERVEURS	58
III.6.A. Demande d'autorisation	58
III.6.B. Description d'état	59
III.6.C. Exécution d'une opération bancaire	60
III.6.D. Balance comptable d'un serveur	61
III.6.E. Validation et balance des dépôts	62
III.6.F. Demande de déconnexion	63
III.6.G. Demande de connexion	64
III.6.H. Initialisations	64
III.6.I. Serveur on-line	65
III.6.J. Message "à froid"	65
III.7. PROTOCOLE DES SERVEURS	66
III.7.A. ATM, PTO et EFT	66
III.7.B. Télédatalogues	68
III.8. MESSAGES MISTER-CASH	70



Chapitre IV. - ETUDES POSSIBLES DU RESEAU	71
IV.1. DISPONIBILITE	73
IV.1.A. Définition de la disponibilité d'un terminal	73
a. disponibilité liaison	73
b. disponibilité client	75
c. disponibilité on-line	75
IV.1.B. Signification de la disponibilité on-line	76
IV.1.C. Calcul de la disponibilité on-line	77
a. mesure en temps réel	77
b. mesure en temps différé	78
IV.1.D. Calcul de la disponibilité du réseau	80
IV.1.E. Avenir du concept on-line	81
IV.2. TEMPS DE REPOSE DU RESEAU	82
IV.3. CHARGE, DEBIT UTILE ET RENDEMENTS	83
IV.3.A. Definitions	83
IV.3.B. Mesure du débit utile	83
IV.3.C. Calcul théorique du débit utile	84
IV.3.D. Remarques	87
IV.4. TRANSACTIONS, MESSAGES ET CHARGE	88
IV.4.A. Transactions	88
IV.4.B. Messages et charge	88
IV.5. CADRE GENERAL DU TRAVAIL	93
IV.5.A. Evaluation des performances du réseau	93
a. transactions	93
b. disponibilité	94
c. temps de réponse	94
d. démarrage d'une ligne multipoint	95
IV.5.B. Aide à la gestion du réseau	95
IV.5.C. Contraintes	96
Chapitre V. - SPECIFICATIONS DE NOTRE PROGRAMME	97
V.1. LIGNES DIRECTRICES DU PROJET	98
V.1.A. Objectifs à atteindre	98
a. disponibilité des terminaux	98
b. temps de réponse	98
c. rendement des lignes	99
d. messages émis par les terminaux	99
e. autres demandes	100
f. en résumé	100
V.1.B. Contrainte: l'emploi du logging	101
V.1.C. Facilité d'emploi du programme	102
V.1.D. Qualité de l'information	102
V.1.E. Efficacité des moyens	103
V.2. SCHEMA CONCEPTUEL	104
V.2.A. Concepts	105
V.2.B. Diagramme	106
V.3. FONCTIONS A IMPLEMENTER	111
V.3.A. Projet initial	111
V.3.B. Projet final	112
a. données en entrée	112
b. résultats	113

Chapitre VI. - DEVELOPPEMENT DE NOTRE PROGRAMME	115
VI.1. METHODOLOGIE	116
VI.1.A. Cinq étapes de la méthodologie	116
a. analyse des besoins	116
b. analyse fonctionnelle	116
c. design et conception	117
d. codage	117
e. tests	117
VI.1.B. Structuration des composants	118
a. principe général	118
b. hiérarchie utilise	118
VI.1.C. Avantages de la hiérarchie utilise	118
VI.1.D. Découpe en niveaux	119
VI.1.E. Découpe modulaire	120
VI.1.F. Spécification des module	121
VI.2. ARCHITECTURE DE NOTRE PROGRAMME	122
VI.2.A. Introduction	122
VI.2.B. Informations traitées	123
a. noms de fichiers	123
b. enregistrements du logging	123
c. compteurs de messages	124
VI.2.C. Découpe en modules	125
VI.2.D. Illustration: traitement de listes séquentielles	125
VI.3. SOUS-SYSTEMES UTILES, TESTS ET PERFORMANCES	127
VI.3.A. Sous-systèmes utiles	127
VI.3.B. Tests	127
VI.3.C. Performances	127
VI.4. DESCRIPTION DES ANNEXES	128
VI.5. AVENIR DE NOS PROGRAMMES	129
CONCLUSION	139
BIBLIOGRAPHIE	140

## CHAPITRE I

### NOTIONS FONDAMENTALES EN TELECOMMUNICATIONS

Dans ce chapitre, nous rappelons au lecteur averti quelques termes d'usage courant en transmission de données et auxquels nous ferons référence plus loin pour décrire le réseau particulier qu'est BANCONTACT.

Le lecteur qui ne serait pas familier de ces concepts disposera après lecture de connaissances suffisantes pour appréhender la description du réseau BANCONTACT au chapitre II.

Enfin, le lecteur remarquera qu'au long du chapitre nous faisons abondamment appel à l'ouvrage de C. MACCHI et J.-F. GUILBERT (Biblio I.1), lesquels parlent surtout de la transmission de caractères. Nous justifions cette référence dans la mesure où l'essentiel du système de transmission chez BANCONTACT consiste, à l'aide de procédures appropriées, à assurer la transmission de suites de caractères.

Au paragraphe I.1, nous décrivons succinctement un ensemble de deux équipements informatiques destinés à échanger de l'information entre eux. Nous parlons aussi de la nature des informations échangées, des transformations à opérer sur les signaux électriques qui représentent les données pour que l'échange se déroule correctement, des différentes liaisons possibles entre des équipements nombreux et des dispositifs électroniques particuliers facilitant la gestion de la transmission.

Au paragraphe I.2, nous présentons une architecture qui facilite la constitution de réseaux d'équipements très divers.

Au paragraphe I.3, nous entretenons le lecteur de normes de transmission des signaux électriques entre équipements informatiques.

Au paragraphe I.4, nous présentons un protocole, ensemble de conventions réciproques, permettant à deux équipements distants de s'échanger sans erreur des informations.

Au paragraphe I.5, le lecteur trouvera une très brève description d'un réseau, analogue au réseau téléphonique, qui permet le dialogue entre deux équipements distants. Ce réseau repose sur l'architecture présentée au paragraphe I.2.

## I.1 UN PEU DE VOCABULAIRE

### A) LIAISON DE DONNEES

"Pour être acheminée, toute information doit être mise sous forme de symboles dont la signification est pure affaire de convention entre l'émetteur du message et le récepteur.

L'information est émise ou reçue par un équipement terminal de traitement des données (ETTD), souvent appelé terminal, dans lequel, conformément à la figure FI.1, nous distinguons deux parties qui réalisent des fonctions différentes :

- la machine de traitement qui peut être source ou collecteur de données,
- le contrôleur de communication qui prend en charge la gestion des communications de données, réalise en particulier la protection contre les erreurs et introduit des éléments (caractères) de service permettant le dialogue entre les deux terminaux.

L'équipement de terminaison du circuit de données (ETCD) est entre autres l'organe chargé d'adapter le signal électrique délivré par le terminal au support de transmission." (Biblio I.1)

"La station de données est composée du terminal, de l'équipement de terminaison du circuit de données, et de leur jonction commune." (Biblio I.2)

"Le circuit de données est l'ensemble des moyens qui permettent l'échange de messages de données entre les terminaux A et B (aspect physique de l'échange de données)." (Biblio I.3)

"La liaison de données est l'ensemble composé des contrôleurs de communication des deux terminaux et, sous le contrôle d'une procédure de liaison, qui permettent, par l'intermédiaire du circuit de données utilisé, à une source de données de transférer les informations vers un collecteur de données (aspect logique de l'échange de données)." (Biblio I.4)

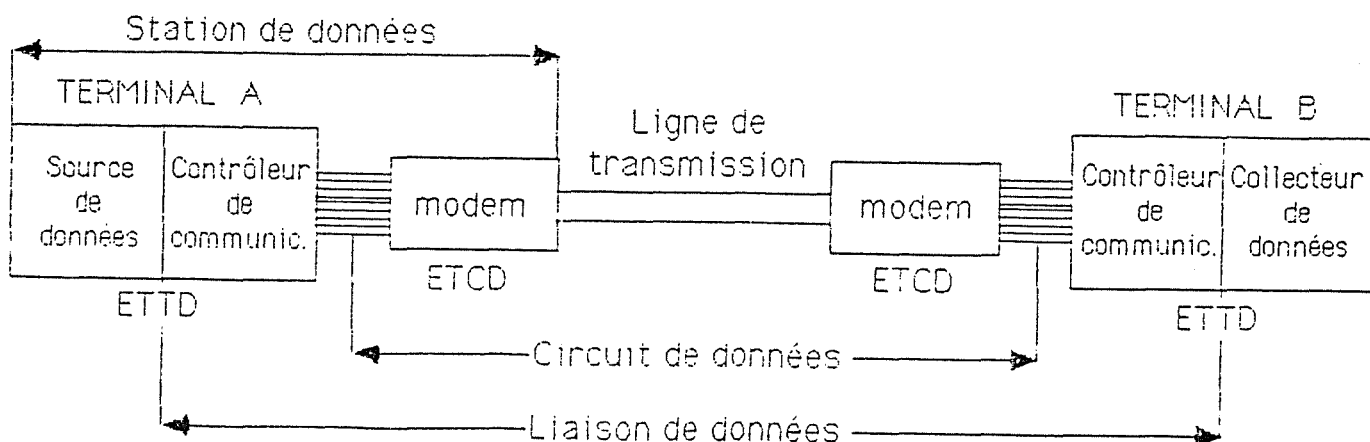


Figure F.I.1 Transmission de données de A vers B (Biblio I.5)

## B) INFORMATION

Les terminaux fonctionnent exclusivement avec une logique, dite binaire, à deux états possibles 0 et 1, ce qui oblige à ramener les informations complexes que nous voulons échanger à un ensemble d'informations binaires élémentaires (bits) à l'aide de techniques de codage.

"Le code est la loi de correspondance entre les informations à représenter et les configurations binaires associées. Le codage est l'opération matérielle qui assure la correspondance." (Biblio I.6)

"Nous appelons alphabet l'ensemble des caractères constitué de :

- 10 chiffres de 0 à 9,
- 52 lettres de l'alphabet usuel (minuscules et majuscules),
- signes de ponctuation et opérateurs tels ?)+=\*,
- caractères dits de commande destinés à faciliter la transmission de l'information.

La représentation binaire d'un caractère est appelée mot de code." (Biblio I.7)

Les codes les plus connus sont :

- le code ASCII (American Standard Code for Information Interchange) où les caractères sont représentés par des mots de code de 7 bits,
- le code EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) où les caractères sont représentés par des mots de code de 8 bits.

## C) SIMPLEX ET DUPLEX

"Selon qu'un circuit de données est utilisable :

- dans un seul sens, nous parlerons de circuit simplex,
  - dans les deux sens à l'alternat, le choix du sens étant commandé par un terminal, nous parlerons de circuit half-duplex,
  - dans les deux sens à la fois, nous parlerons de circuit full-duplex."
- (Biblio I.8)

## D) TRANSMISSION SYNCHRONES ET ASYNCHRONES

"Considérons un terminal source A qui transmet vers un terminal collecteur B un ensemble de caractères, représentés par des symboles binaires, conformément à un code.

En vue de la transmission, le terminal source produit ses caractères en une succession régulière dans le temps de symboles binaires, le plus souvent émis en série sous forme d'un signal électrique bivalent, appelé message de données.

Cette production requiert un signal d'horloge, associé au message de données, qui assure la régularité de l'opération par un découpage du temps en intervalles élémentaires. A la réception, la synchronisation, c'est-à-dire la mise en coïncidence du signal d'horloge de la station B avec celui de la station A, est nécessaire afin de bien échantillonner les valeurs binaires envoyées par la station A.

Lorsque la source de données produit des caractères à des instants aléatoires, il est simple de transmettre ces caractères au moment où la source les délivre. On a alors une succession de trains de symboles binaires séparés par des intervalles de temps quelconques.

Il est nécessaire d'adjoindre, à chaque caractère, des éléments de repérage permettant la reconnaissance du début (START) et de la fin (STOP) du caractère. Une transmission de ce type est qualifiée d'asynchrone. La reconnaissance par la station distante des signaux START et STOP assure évidemment la synchronisation.

La figure FI.2 montre un exemple du message de données délivré par un terminal pour la transmission asynchrone du caractère 'J'. Le mot de code est constitué de 7 bits conformément au code ASCII. On a ajouté un bit de parité, pour le contrôle d'erreur, calculé de manière telle que le nombre total de bits valant 1 entre le bit START et les bits STOP soit pair. Il vaut donc ici 1. Notons que dans certains systèmes, le nombre total de bits valant 1 doit être impair.

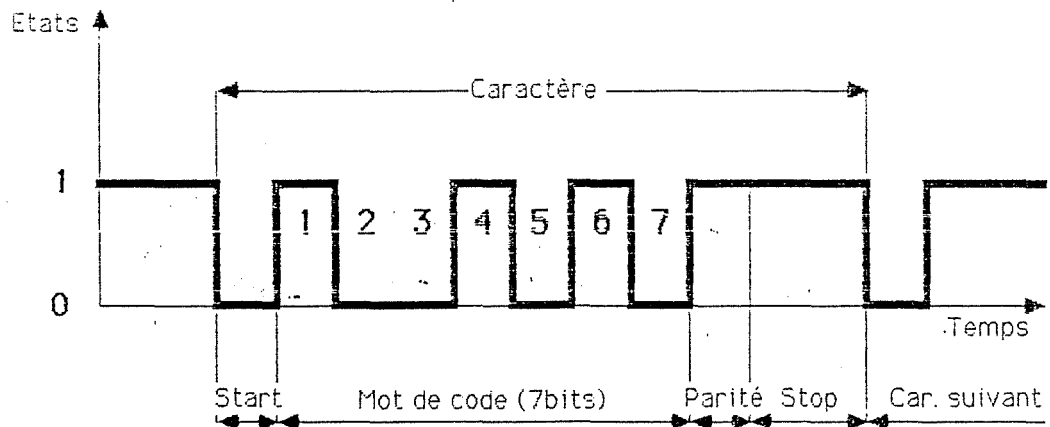


Figure FI.2 Transmission asynchrone

En transmission synchrone, un terminal source délivre ses caractères accolés les uns aux autres en un train de quelques centaines de bits (pour fixer les idées) formant un bloc.

Le temps écoulé entre l'émission de deux blocs est aléatoire. Le rythme de transmission au sein du bloc reste calé sur une horloge déterminée. Le plus souvent, ce signal d'horloge de la station source doit être reconstitué à partir du signal reçu par la station distante. Pour faciliter cette reconstitution, une procédure de transmission pourra être amenée à introduire dans la transmission des données des éléments de repérage, tels des caractères spéciaux, dits de synchronisation." (Biblio I.9)

Par rapport au mode de transmission asynchrone, ce système est :

- plus difficile à mettre en oeuvre à cause des circuits complexes de synchronisation,
- plus rapide car on épargne l'encadrement de chaque caractère et la transmission des bits START et STOP,
- plus cher en raison de la conception plus sophistiquée.

## E) BANDE DE BASE ET MODULATION

Un message de données est le plus souvent incompatible avec la communication, soit pour des raisons de transmission (nature physique des supports de transmission employés), soit pour des raisons de réception (synchronisation). Dès lors, il est nécessaire d'adapter le signal électrique bivalent pour faciliter la communication. Un ETCD émetteur peut effectuer cela de deux façons :

- soit en opérant une transformation relativement simple, que nous appellerons transmission en bande de base,
- soit en opérant une transformation beaucoup plus profonde, que nous appellerons modulation. La modulation est l'opération par laquelle la variation dans le temps des caractéristiques (amplitude, phase, fréquence) d'un signal électrique sinusoïdal porteur est fonction des données à transmettre.

## F) MODEM

Il est usuel de regrouper dans un même ensemble un ETCD émetteur et un ETCD récepteur, pour constituer un modulateur-démodulateur (modem) qui émet des données par modulation d'un signal porteur et reçoit des informations en restituant le message de données original à partir d'un signal modulé.

Pour la transmission en bande de base, des modems en bande de base ne réalisent aucune fonction de modulation ou démodulation proprement dite, mais adaptent le message de données en une forme plus appropriée à sa transmission.

## G) RESEAU COMMUTE, LIGNE LOUEE ET RESEAU A COMMUTATION DE PAQUETS

La RTT permet la connexion de stations de données sur son réseau de lignes de transmission. Il est ainsi possible de constituer des circuits de données à travers le réseau commuté ou par l'intermédiaire de lignes louées.

A travers un réseau à commutation de circuits, ou réseau commuté, deux ou plusieurs terminaux sont reliés ensemble à la demande et utilisent de façon exclusive un circuit de données pendant la seule durée de la communication.

L'établissement de ce circuit de données, à travers le réseau téléphonique par exemple, requiert un temps de réalisation durant lequel aucune donnée ne peut encore être échangée.

Un circuit de données peut également être établi en permanence entre un certain nombre de terminaux grâce à une ligne de transmission louée.

Nous appellerons ligne multipoint une ligne de transmission reliant plus de deux stations entre elles.

Enfin, la RTT offre un service de transmission de données, appelé réseau à commutation de paquets, qui achemine des messages entre deux terminaux quelconques du réseau. Ce système de communication est décrit au point I.5.

## H) LIGNES

Nous parlerons de lignes intra-zonales lorsque celles-ci supportent un circuit de données entre deux terminaux d'une même zone téléphonique.

Nous parlerons de lignes inter-zonales lorsque celles-ci supportent un circuit de données entre deux terminaux appartenant à des zones téléphoniques différentes.

## I) LIAISONS

"Une liaison de données point à point ne comporte que deux extrémités. La figure FI.3 illustre une telle liaison entre deux stations A et B.

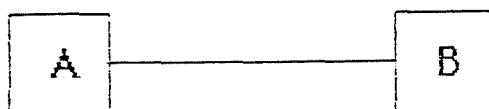


Figure F.I.3 Liaison point à point

On évite de raccorder plusieurs stations à un équipement central par des liaisons de données point à point indépendantes, car cela représente en général une solution onéreuse. Il est souvent préférable de relier les stations à l'équipement central par une liaison multipoint, comme l'illustre la figure FI.4.

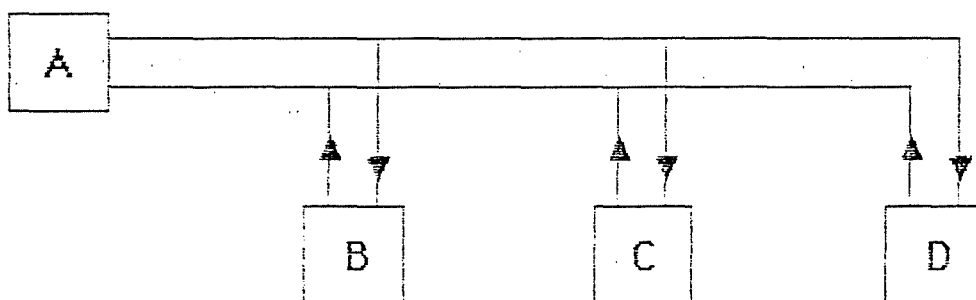


Figure F.I.4 Liaison multipoint

Dans cette configuration, si les données émises par l'équipement central (A) sont reçues simultanément par toutes les stations connectées (B, C et D), les transmissions vers l'équipement central ne peuvent s'effectuer que l'une après l'autre, d'une manière ordonnée." (Biblio I.10)



## J) CONCENTRATEUR

"Un concentrateur est l'unité fonctionnelle permettant l'utilisation optimale de liaisons de données communes par un nombre de stations de données supérieur au nombre de ces liaisons disponibles." (Biblio I.11)

Son architecture de microordinateur programmable lui permet en outre d'exécuter des fonctions annexes complexes de contrôle de la validité des informations transmises, de statistiques sur la qualité des communications, etc.

Nous parlerons au point II.3 de la concentration du trafic chez BANCONTACT.

## K) FRONTAL

"Le frontal est un organe intimement lié à un ordinateur central par une interface rapide. Il peut décharger entièrement le central de fonctions telles que la gestion des transmissions.

Constitué d'un contrôleur de communication programmable, qui gère un ensemble de modems, et de programmes, le frontal réalise entre autres les fonctions :

- de contrôle du réseau à partir de tables contenant les caractéristiques du réseau,
- de gestion des ordres d'entrée-sortie vers les stations du réseau,
- de contrôle et de gestion des incidents de transmission,
- de stockage des informations en attente de leur envoi sur le réseau,
- de l'indépendance des programmes du central vis-à-vis de toute procédure de transmission." (Biblio I.12a)

Chez BANCONTACT plus particulièrement, il réalise aussi les fonctions:

- de conversion des informations échangées entre l'ordinateur central et les stations du réseau en un format standard commun à toutes ces stations (nous en reparlerons au chapitre III),
- de contrôles élémentaires de validité syntaxique sur ces informations,
- de diffusion de certaines informations à plusieurs stations distinctes du réseau. (Biblio I.12b)

## L) ENCRYPTAGE

Pour prévenir la divulgation à des personnes non autorisées d'informations confidentielles, deux interlocuteurs peuvent convenir d'un procédé de cryptographie de ces informations.

L'encryptage d'une suite de caractères est une transformation de ces caractères, le plus souvent au moyen d'une fonction mathématique complexe, en une autre séquence de caractères d'apparence aléatoire.

Le décryptage d'une suite de caractères encryptée consiste à retrouver, par une transformation inverse de celle de l'encryptage, la suite de caractères initiale.

## I.2 LES COUCHES OSI

La coopération d'équipements généralement distants et l'établissement d'échanges d'informations entre ces équipements nécessitent un ensemble de conventions, appelées protocoles.

"Le besoin généralisé de pouvoir interconnecter des équipements informatiques de différents constructeurs formant ainsi des réseaux hétérogènes a conduit l'International Standards Organization (ISO) à définir une norme d'architecture de réseau informatique au sein de laquelle puissent prendre place les protocoles normalisés qui permettent la constitution de réseaux hétérogènes." (Biblio I.13)

"L'Open Systems Interconnect (OSI) de l'ISO est une architecture à sept niveaux nettement séparés. Elle assure l'indépendance de l'activité des niveaux entre eux, un flux d'information minimal à travers les couches et l'implémentation de fonctions nettement définies par couches." (Biblio I.14)

"Nous pouvons remarquer que ce modèle s'intéresse donc à la communication entre systèmes et non pas aux opérations internes à un système qui, parce que locales, ne requièrent pas de standardisation.

De plus, chaque couche apporte un service supplémentaire à ceux déjà offerts par les couches inférieures. Cette approche méthodologique, dont nous reparlerons au chapitre VI, permet de réduire un ensemble de problèmes complexes à un ensemble de problèmes plus simples, développés et maintenus séparément. Naturellement, au sein d'un même système, le fonctionnement correct d'une couche dépend du fonctionnement correct des couches qui lui sont inférieures.

Enfin, chaque couche N de chaque station communique avec son homologue distant conformément au protocole de niveau N. Bien que les données ne soient réellement transférées qu'au niveau 1, et que les stations considèrent d'un point de vue logique une communication horizontale, cette dernière est en réalité verticale. Les données passent en effet des couches supérieures d'une station émettrice aux couches inférieures et suivent le chemin inverse au sein de la station distante." (Biblio I.15)

La figure FI.5 illustre ce modèle de référence et donne le nom de chaque couche. Des systèmes intermédiaires de transmission de paquets sont offerts, par exemple sur le réseau public DCS (décrit au point I.5), pour l'acheminement de l'information entre deux équipements de traitement distants.

Pour les problèmes auxquels nous nous intéressons dans les chapitres suivants, BANCONTACT emploie seulement les couches 1, 2 et 7 du modèle OSI. La couche 3, dont l'emploi est requis pour toute connexion au réseau DCS, ainsi que les couches 4 à 6 concernent des applications spécifiques, par exemple Mister-Cash en cours de développement lors de notre stage, et dont l'étude déborderait du cadre de ce mémoire. La couche 7 ouvre une controverse que nous explicitons plus loin.

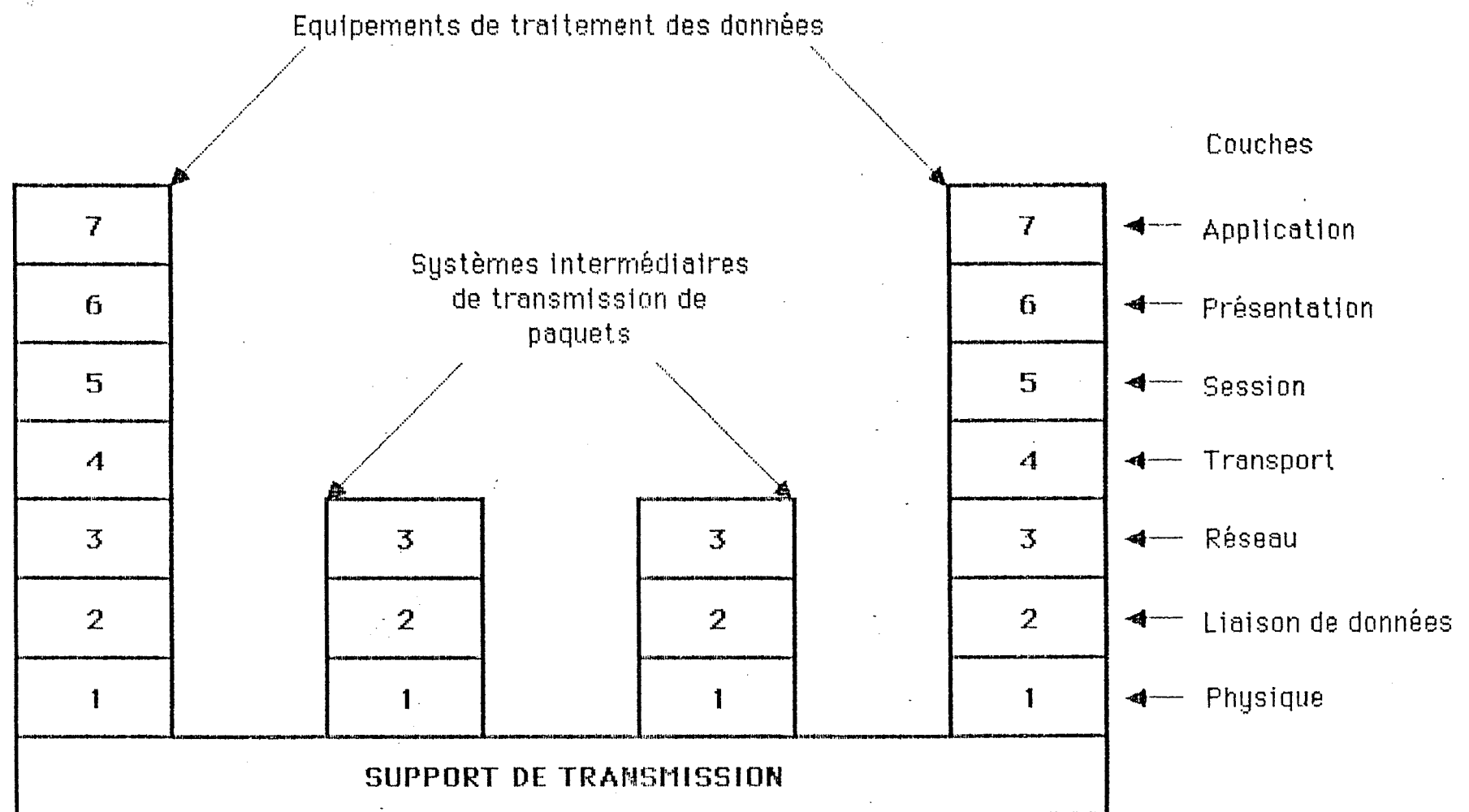


Figure FI.5 Les sept couches OSI de l'ISO (Biblio I.14)

### A) COUCHE 1, DITE PHYSIQUE

"La couche physique a pour but de transmettre un message de données sur un circuit de données avec un taux d'erreur raisonnablement bas.

Les problèmes résolus ici concernent les caractéristiques électriques et mécaniques de la connexion, qui varient avec la nature des supports de transmission employés : Quel signal électrique représente un bit 1 ou un bit 0 ? Le circuit est-il en simplex ou en duplex ? Quelles sont les fonctionnalités des broches de connexion des terminaux au circuit ? ..." (Biblio I.16)

### B) COUCHE 2, DITE DE LIAISON

"La couche de liaison offre à la couche supérieure une liaison de données exempte d'erreurs de transmission avec la station distante.

Ceci est possible

- par la découpe des données à transmettre en trames au début et à la fin desquelles sont attachés des éléments de service,
- par le traitement des éléments de service qui peuvent être envoyés par une station pour signaler une bonne ou une mauvaise réception des trames qu'elle reçoit,
- par la réémission des trames erronées.

Par ailleurs, cette couche empêche également une station rapide d'inonder une station distante lente de l'afflux de ses données." (Biblio I.17)

### C) COUCHE 3, DITE DE RESEAU

Entre autres fonctionnalités, la couche de réseau détermine la façon dont les paquets, unités d'informations échangées entre les couches 3 de deux stations quelconques, sont acheminés à travers un réseau parfois complexe.

La couche 3 accepte des messages des couches supérieures, les convertit en paquets et assure que ceux-ci sont correctement reçus, par le destinataire spécifié, dans l'ordre adéquat. Ainsi, la couche de réseau offre à une station déterminée l'adressage d'une autre station spécifiée du réseau et l'ignorance du chemin suivi par les paquets à travers ce réseau.

#### D) COUCHE 4, DITE DE TRANSPORT

La couche de transport permet d'isoler les couches supérieures des notions de réseau.

"Ainsi, si une station désire envoyer un flux d'informations supérieur à la capacité d'absorption d'une liaison au réseau, cette couche pourra multiplier les liaisons à travers le réseau pour répondre au débit voulu. Parallèlement, elle peut se servir d'une seule liaison coûteuse pour établir, en les "entremêlant", plusieurs communications simultanées.

Elle peut établir ou supprimer des liaisons, délivrer des messages dans l'ordre de leur émission ou assurer seulement leur acheminement et même diffuser des messages à de multiples destinataires.

Enfin, au contraire des autres couches où les informations transitent par de multiples intermédiaires, elle est la première des couches 4 à 7 impliquée dans un transfert "bout à bout" entre les émetteur et récepteur des données." (Biblio I.18)

#### E) COUCHE 5, DITE DE SESSION

"Interface d'une station avec le réseau, la couche de session négocie et ordonne le dialogue ("session") avec une autre station.

Elle authentifie les interlocuteurs, facture éventuellement la communication et assure, par exemple, qu'en cas de défaillance de l'échange un dialogue avorté ne laisse pas les interlocuteurs dans un état indéterminé." (Biblio I.19)

#### F) COUCHE 6, DITE DE PRESENTATION

"La couche de présentation offre un ensemble de solutions à des problèmes souvent rencontrés. Parmi ceux-ci, nous trouvons l'envoi d'informations répétitives ou la compatibilité à assurer entre différents fichiers, terminaux, etc.

Entre autres, elle peut:

- (dé-)compresser des textes à transmettre par exemple en remplaçant des longues informations souvent utilisées par d'autres convenues entre les interlocuteurs et plus courtes, ou en remplaçant la répétition d'informations par un seul exemplaire de cette information et un facteur de répétition.
- assurer la compatibilité de fichiers de formats différents.
- rendre compatibles des terminaux où les longueurs de ligne à l'écran, les alphabets... sont différents.
- etc. " (Biblio I.20)

### G) COUCHE 7, DITE D'APPLICATION

"La couche d'application détermine le traitement réparti des informations transmises entre deux stations distantes. Elle comprend les programmes d'application avec leurs conventions de coopération." (Biblio I.21)

Les fonctions de la couche d'application sont laissées à la volonté de leur concepteur. Quand deux programmes sur deux machines distinctes communiquent ensemble, ils réagissent en effet à un ensemble de messages convenus et échangés entre eux. Dans ce cas, on peut affirmer que BANCONTACT a défini une couche d'application constituée des programmes qui communiquent à distance.

D'autre part, la question d'un traitement réparti de l'information sur des machines indépendantes est tributaire d'une définition précise de l'autonomie de ces machines. Et, dans l'attente de la normalisation définitive de la couche 7, il est usuellement convenu que celle-ci sert au transfert de fichiers ou à des traitements répartis dans le cas d'applications implémentées sur des systèmes de traitement réparti (réservation de places d'avion, courrier électronique...). Se servant de ces arguments, le lecteur pourrait nier l'existence d'une couche d'application "proprement dite" chez BANCONTACT.

### I.3 LES NORMES DE TRANSMISSION

Aujourd'hui existe une gamme de modems normalisés pour faciliter la mise en oeuvre des circuits de données (couche physique) entre terminaux. Ces modems diffèrent entre autres par la vitesse de transmission de l'information (débit binaire), le support de transmission (réseau commuté ou ligne louée) et le nombre de fils employés, le type de transmission (asynchrone ou synchrone), le regroupement éventuel de bits avant la modulation, le type de modulation (fréquence, amplitude ou phase) et le type d'échange (simplex, half-duplex ou full-duplex).

Nous présentons ici différentes normes de transmission telles qu'elles sont employées chez BANCONTACT. Les normes V21, V23 et V26 régissent la communication entre les modems, sur la ligne de transmission. Les normes V24 et V28 déterminent les caractéristiques fonctionnelles, électriques et mécaniques de l'interface entre un ETTD et son ETCD. Il n'existe pas de standard pour les modems en bande de base.

#### A) NORME V21

Débit binaire	300 bits par seconde (bps)
Support	ligne 2 fils du réseau commuté
Transmission	asynchrone
Modulation	en fréquence
Echange	full-duplex
Note	Outre l'échange de données, le modem V21 permet d'établir le circuit de données à travers le réseau commuté et de libérer ce circuit en fin de transmission.

#### B) NORME V23

Débit binaire	1200 bits par seconde (bps)
Support	ligne 2 fils louée
Transmission	asynchrone
Modulation	en fréquence
Echange	half-duplex

La figure FI.6 montre un circuit de données établi entre deux terminaux A et B. Chaque modem A et B répond à la norme V23 et peut servir à la fois d'émetteur (E) de données par modulation et de récepteur (R) par démodulation du signal véhiculé sur la ligne de transmission. Les rôles des modems s'inversent sur une commande convenue.

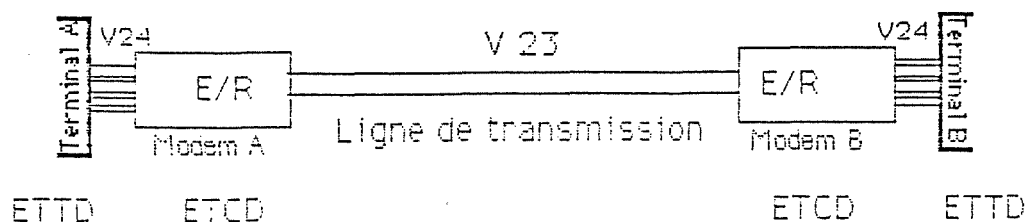


Figure FI.6 Circuit de données V23 entre deux terminaux

C) NORME V26

Débit binaire	2400 bits par seconde (bps), c'est-à-dire 1200 variations par seconde du signal porteur, chacune de celles-ci correspondant à l'échange d'un groupe de deux bits.
Support	ligne 2 ou 4 fils louée
Transmission	synchrone
Modulation	en phase
Echange	half-duplex sur 2 fils full-duplex sur 4 fils

La figure FI.7 montre une ligne de transmission 4 fils reliant plusieurs modems V26 qui forment un circuit de données full-duplex. Cette configuration autorise une liaison de données multipoint entre les terminaux B, C et D et l'équipement central A. Une paire de fils sert à l'émission (E) de données du central vers les autres terminaux récepteurs (R). L'autre paire de fils sert à la réception (R) de données émises (E) par les terminaux distants vers l'équipement central.

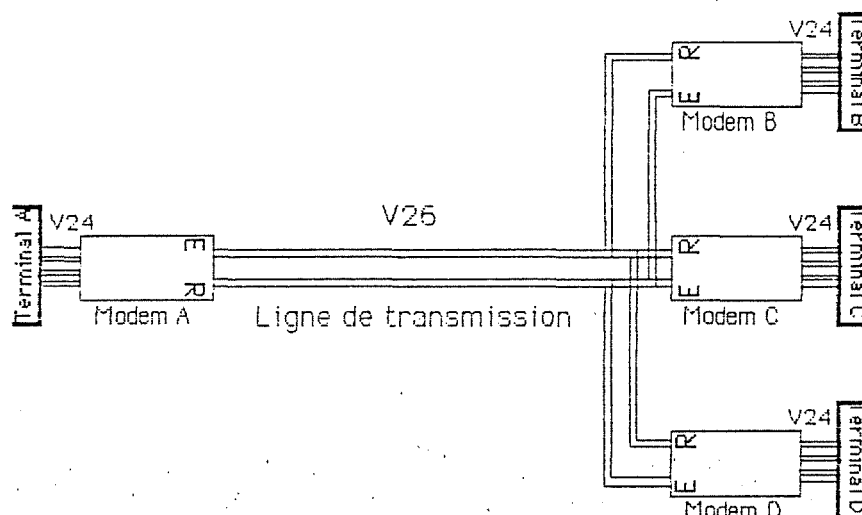


Figure FI.7 Circuit de données V26 full-duplex comme support d'une liaison multipoint entre quatre terminaux.

D) NORMES V24 ET V28

La norme V24 définit l'interface entre un ETTD et son ETCD. Elle précise seulement les caractéristiques physiques du connecteur et les fonctionnalités correspondant aux broches de ce dernier.

La norme V28 est un des standards spécifiant les tensions électriques sur les broches du connecteur V24.

Par abus de langage, nous parlerons plus loin de connexion V24 plutôt que de V24 et V28.



A) INTRODUCTION

Nous avons décrit aux paragraphes I.1 et I.3 l'aspect physique de l'échange d'information et sa normalisation (couche OSI 1).

La propriété essentielle d'un circuit de données reliant deux terminaux est qu'il délivre des bits dans l'état où ils ont été émis. Cependant, les circuits de données, parfois perturbés, ne sont pas fiables. Il est nécessaire de disposer alors d'une logique particulière veillant à l'exécution sans erreur de la transmission. C'est le rôle de la couche de liaison (couche OSI 2).

Parmi d'autres protocoles de couche de liaison, la procédure BSC 2780\* (Binary Synchronous Communications) permet le transfert de textes (informations représentées par une suite de caractères) d'une extrémité de la liaison de données à une autre de façon sûre et efficace.

Procédure synchrone, c'est-à-dire basée sur la transmission synchrone, BSC 2780 traite des trames de caractères appartenant tous à un alphabet déterminé. BANCOTACT utilise essentiellement le code EBCDIC pour représenter son alphabet. Toutefois, dans certaines applications particulières (télédataphones), le code ASCII peut être employé.

"Les textes à échanger entre les stations sont structurés en blocs de texte délimités par des caractères spéciaux, dits de commande, pour indiquer le début et la fin du bloc de texte.

Dans une liaison de données, de manière générale, à chaque station est attribuée une adresse, groupe de caractères qui l'identifie. Nous remarquons pourtant que ceci n'est pas vraiment nécessaire dans le cas d'une liaison point à point, chaque station étant en effet unique vis-à-vis de la station distante.

La protection contre les erreurs est assurée par la détection et la retransmission des trames erronées." (Biblio I.22)

Dans chaque trame, un groupe de caractères de contrôle d'erreur, redondant car fonction du bloc de texte échangé, est envoyé avec celui-ci. La station distante peut alors comparer les données reçues, le groupe de contrôle reçu et le groupe de contrôle qu'elle aurait dû recevoir, détectant ainsi les erreurs.

En cas d'erreur, la procédure de liaison peut demander des répétitions de trame, grâce à l'emploi de caractères de commande échangés avec la station distante. Ainsi, lorsqu'une station transmet une trame contenant un bloc de texte, elle attend un accusé de réception positif ou négatif. Si cet accusé est négatif, ou si la station en attente n'a pas reçu d'accusé de réception dans un laps de temps déterminé, elle réémet la trame (sauf cas d'erreurs récurrentes, décrites au point I.4.H). Après un accusé de réception positif, elle émet la trame suivante.

(\*) NOTE : Chez IBM, les quatre derniers chiffres après le nom "BSC" désignent le type de terminal IBM auquel la procédure BSC a été le mieux adaptée par quelques variantes.  
2780 est un ancien terminal IBM de type "Remote Job Entry",  
3270 est un terminal IBM plus moderne, permettant la constitution d'écrans administratifs à distance communiquant avec un site de traitement central. (Source: IBM Bruxelles)

Nous décrivons ici les caractéristiques de la procédure BSC 2780 qu'emploie BANCONTACT. Pour d'autres détails sur BSC 2780, le lecteur se référera au document exhaustif (Biblio I.23) dont nous avons repris les renseignements qui suivent.

## B) PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Dans une liaison de données point à point ou multipoint, une station primaire contrôle la communication avec toutes les autres stations secondaires. Lorsque la station primaire possède des informations à transmettre vers une station secondaire, elle doit inviter celle-ci à recevoir les données ("selecting").

Pour inviter à recevoir, une station A envoie à une station choisie B une trame contenant des caractères de commande particuliers. Elle attend alors un accusé de réception de la station distante B. Si cet accusé est positif, la station A envoie alors une trame contenant le texte qu'elle désire transmettre.

Parallèlement, la station primaire doit, pour recevoir de l'information d'une station secondaire, prendre l'initiative d'envoyer à cette dernière une invitation à émettre ("polling").

Pour inviter à émettre, une station A envoie à une station déterminée B une trame contenant des caractères de commande particuliers. La station A attend alors une trame contenant soit un caractère de commande signifiant que la station B n'a rien à transmettre, soit le texte que B désire envoyer à A.

Nous remarquons que, dans cette procédure de liaison, chaque station transmet à son tour, à l'alternat. Un circuit de données half-duplex est donc suffisant pour supporter les échanges. Un circuit full-duplex ne permet que d'éviter le temps de retournement de la communication, nécessaire au modem pour passer d'émission en réception et inversement. Selon C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, cette durée varie beaucoup (de 20 à 300 ms et plus) avec le type de modem utilisé.

Le plus souvent, la station primaire génère régulièrement des invitations à émettre vers les stations secondaires. Elle envoie des invitations à recevoir quand elle désire envoyer des informations à une station distante.

Cependant, pour éviter l'envoi périodique d'invitations à émettre à une station secondaire qui n'a rien à transmettre, il existe une configuration de la liaison (le plus souvent point à point) dans laquelle la station secondaire, en état de contention, est autorisée à émettre de l'information d'une manière autonome, sans avoir reçu d'invitation à émettre par la station primaire.

"Sur un circuit de données half-duplex, il y a risque que deux stations en état de contention occupent simultanément la ligne de transmission lorsqu'elles veulent émettre une trame. Quand cette situation, dite de contention, survient, chacune des stations attend une durée aléatoire, ou définie mais différente pour chacune d'elles, avant de réitérer son invitation à recevoir vers l'autre, jusqu'à la disparition de la situation de contention." (Biblio I.24)

### C) ADRESSAGE

Sur la liaison, chaque station possède une adresse unique, que toute station doit générer dans toute invitation à émettre ou à recevoir vers la station distante qu'elle a choisie.

Théoriquement, la procédure BSC employée par BANCONTACT permet d'adresser jusqu'à 16 stations qui appartiendraient à une même liaison multipoint et qui seraient numérotées de 0 à F en notation hexadécimale. Pratiquement (voir paragraphe II.2), on ne peut relier qu'un maximum de 7 stations secondaires à la station primaire.

L'adresse d'une station est un nombre de deux chiffres hexadécimaux de quatre bits. D'une longueur totale de huit bits, l'adresse peut donc être représentée par un mot du code EBCDIC. Le premier chiffre permet de distinguer une invitation à émettre (C) d'une invitation à recevoir (8). Le second chiffre est le numéro de la station secondaire (1 à 7) sur la liaison.

Par exemple, pour inviter la station numéro 5 à émettre, nous l'adresserons par le nombre hexadécimal C5. Pour inviter la station 3 à recevoir, nous l'adresserons par le nombre hexadécimal 83.

### D) COMMANDES

Dans l'alphabet, certains caractères, dits de commande, sont réservés à la gestion de la transmission.

La table TI.1 montre les caractères de commande les plus souvent utilisés en BSC. Ce tableau reprend :

- en colonne ABRV, la désignation abrégée du caractère de commande,
- en colonne NOM, le nom en anglais de la commande,
- en colonne UTIL, un très bref rappel de l'utilisation de la commande.

Table TI.1

Commandes courantes BSC

ABRV	NOM	UTIL
SYN	Synchronous Idle	Caractère de synchronisation
STX	Start of Text	Début d'un texte ou bloc de texte
ETB	End of Block	Fin d'un bloc de texte
ETX	End of Text	Fin d'un texte
EOT	End of Transmission	Fin de la transmission
ENQ	Enquiry	Invitation
ACK0	Affirmative Acknowledgment	Accusé de réception positif
ACK1	Affirmative Acknowledgment	Accusé de réception positif
NAK	Negative Acknowledgment	Accusé de réception négatif
DLE	Data Link Escape	Caractère d'échappement
PAD		(voir texte)
BCC	Block Check Character	(caractère variable; voir texte)

SYN	est le caractère de repérage permettant la synchronisation de la station distante. Deux caractères SYN sont toujours en tête de chaque trame.
STX	signale le début d'un texte ou d'un bloc de texte.
ETB	signale la fin d'un bloc de texte. Un long texte peut être en effet découpé en plusieurs blocs, transmis dans des trames distinctes. Chaque bloc commence par STX. Chaque bloc, à l'exception du dernier, se termine par ETB. Le dernier bloc du texte débute par STX et finit par ETX. Comme un texte est toujours transmis en un seul bloc chez BANCONTACT, la commande ETB n'est en pratique pas utilisée. Cependant, pour éviter la survenance de temporisations (voir paragraphe I.4.H), certaines applications appelées à émettre peuvent commander l'envoi de blocs factices, vides d'informations, terminés par ETB, si l'information qu'elles se préparent à transmettre n'est pas prête avant un certain temps.
ETX	signale la fin d'un texte.
EOT	signale la fin d'un échange et provoque l'initialisation de toutes les stations de la liaison. EOT est aussi la réponse d'une station invitée à émettre qui n'a rien à transmettre.
ENQ	est une invitation à émettre ou à recevoir. La différence entre ces deux invitations est établie par l'adresse de la station invitée (voir point I.4.C).
ACKO/1	ACKO et ACK1 n'ont pas la même signification. Le caractère ACKO est la réponse positive d'une station invitée à recevoir des données et est employé par une station qui vient d'être initialisée, tandis que ACK1 est l'accusé de réception positif pour une trame qui vient d'être reçue sans erreur. Cette convention s'écarte du standard.
NAK	est émis par une station qui vient de recevoir une trame erronée et qui est prête à en recevoir la retransmission, ou par une station invitée à recevoir un message et qui n'est pas prête à en assurer la réception.
DLE	change la signification usuelle du caractère suivant (voir point I.4.E).
PAD	est un caractère obligatoire en fin de trame, pour éviter des problèmes de communication.
BCC	deux caractères BCC par trame forment ensemble un groupe de contrôle d'erreur pour la détection des erreurs de transmission.

#### E) TRANSPARENCE

Des caractères de commande ne peuvent pas apparaître dans un bloc de texte sans qu'ils ne soient effectivement interprétés en tant que commande.

Le plus souvent, BANCONTACT transmet des textes encryptés qui ont l'apparence de séquences de caractères aléatoires, pouvant dès lors contenir des caractères de commande.

Dans ce cas, BANCONTACT utilise la possibilité de transmission de données en mode transparent qu'offre la procédure BSC. Ce mode, par définition, permet de distinguer les caractères de commande appartenant aux données échangées de celles qui doivent effectivement servir à la gestion de la liaison de données.

Pour ce faire, les règles suivantes sont appliquées:

- DLE STX est la séquence de caractères signalant le début d'un bloc de texte échangé en mode transparent et pouvant donc contenir des caractères de commande. Dans ce mode, les caractères à considérer comme de vrais caractères de commande doivent être précédés du caractère DLE.
- DLE DLE au sein de données transmises en mode transparent permet l'échange du caractère DLE sans que ce caractère ne soit interprété comme une commande. Le premier DLE, automatiquement inséré dans les données par la procédure de liaison de la station source, sera rejeté par la procédure de liaison de la station distante. Le second DLE sera la donnée échangée.
- DLE ETX termine un bloc de texte et signale la fin de l'échange en mode transparent.

#### F) TRAMES

La figure FI.8 montre une trame pour la transmission en mode transparent d'un texte envoyé en un seul bloc.

Cette trame est constituée de :

- deux caractères de synchronisation (A),
- de la commande de début de bloc de texte échangé en mode transparent (B),
- des données proprement dites (C) qui contiennent entre autres :
  - une suite de bits équivalente au caractère de commande DLE (H), obligatoirement précédée de DLE (G) pour signaler que le DLE suivant (H) appartient aux données échangées,
  - une suite de bits identique au caractère de commande STX (I),
  - une suite de bits identique au caractère de commande ETX (J),
- de la commande de fin de texte échangé en mode transparent (D),
- de deux caractères (E) pour le contrôle d'erreur et qui sont fonction des données (C) transmises,
- du caractère PAD de fin de trame (F).

				G	H					I					J								
S	S	D	S	DONNEES		D	D	DONNEES		S	DONNEES		E	DONNEES		D	E	B	B	P			
Y	Y	L	T			L	L			T			T			L	T	C	C	A			
N	N	E	X			E	E			X			X			E	X	C	C	D			
A		B		C												D		E		F			

Figure FI.8 Exemple de trame pour la transmission de données en mode transparent

La figure FI.9 montre une trame d'initialisation et d'invitation à émettre envoyée par une station primaire à une station secondaire qui porte le numéro 3 sur la liaison.

La trame d'initialisation (1) est constituée :

- de deux caractères de synchronisation (A),
- de la commande EOT (B) qui initialise les stations de la liaison,
- du caractère PAD de fin de trame (C).

Elle est directement suivie de la trame d'invitation à émettre (2) formée :

- de deux caractères de synchronisation (D),
- de l'adresse répétée (toujours deux fois) de la station secondaire (E),
- de l'invitation à émettre (F),
- du caractère PAD de fin de trame (G).

1				2					
S	S	E	P	S	S	C	C	E	P
Y	Y	O	A	Y	Y	3	3	N	A
N	N	T	D	N	N	3	3	Q	D
A				D		E		F	G

Figure FI.9 Exemple de trame d'initialisation et d'invitation à émettre

G) EXEMPLES D'ECHANGES

Les figures des exemples suivants sont présentées de façon symbolique. Pour faciliter la lecture, nous avons volontairement omis les deux caractères SYN de début de trame, et le caractère PAD de fin de trame.

La figure FI.10 montre l'échange sur une liaison multipoint d'une station primaire A qui invite à émettre successivement deux stations secondaires B et C, respectivement numérotées 3 et 5 sur la liaison.

La station A initialise la communication (trame 1 de la figure) et invite la station B à émettre (2). Cette dernière n'a pas de données à envoyer (3). Ensuite, la station A interroge la station C (4) qui envoie son texte en mode transparent (5). La station A reçoit mal les données transmises (6) et la station C réémet son information (7). La station primaire a cette fois bien reçu les données (8) et la station C signale qu'elle a terminé l'échange (9).

## STATIONS

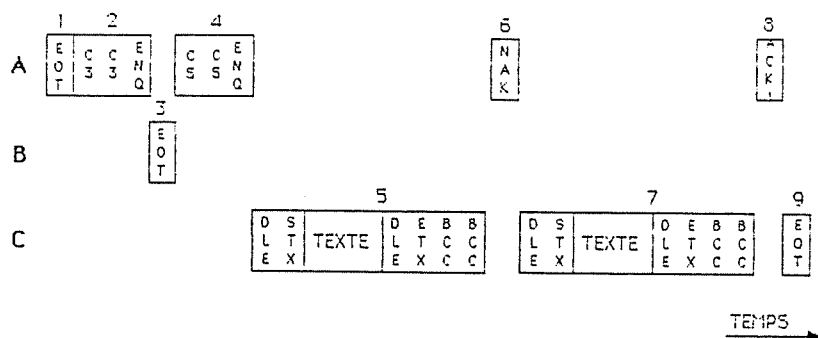


Figure FI.10 Invitations à émettre sur liaison multipoint

La figure FI.11 montre un échange sur une liaison point à point entre deux stations A et B en mode de contention. Les stations A et B n'ont pas d'adresse car la liaison est point à point. Chacune des deux stations veut en même temps inviter l'autre à recevoir des données (trames 1 et 2 de la figure). La situation de contention qui se produit alors sera résolue quand les deux stations auront attendu un moment déterminé, différent pour les deux stations (X pour A et Y pour B, Y inférieur à X ici). B invite A à recevoir (3). La station A accepte (4). B envoie son texte en mode transparent (5). A envoie un accusé de bonne réception (6). La station B a terminé son envoi (7). La station A invite la station B à recevoir (8) les données qu'elle n'a pas pu transmettre auparavant et le problème est résolu.

## STATIONS

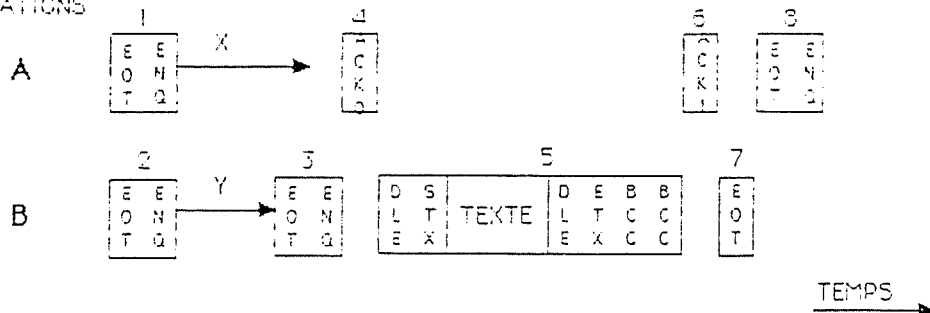


Figure FI.11 Invitations à recevoir et situation de contention sur liaison point à point

H) INCIDENTS

- Au cours d'un échange, deux types d'incidents peuvent survenir :
- la réémission (retry),
  - la temporisation (time-out).

La réémission est la retransmission nécessaire d'une trame qui a mal été reçue par la station distante. Cet incident a été illustré par les trames 5, 6 et 7 de la figure FI.10.

Dans le cas de la procédure BSC, il est convenu que la procédure de liaison arrête les tentatives de transmission après trois essais infructueux. La figure FI.12 montre une station A qui tente d'envoyer un texte (trames 1 de la figure), dans une trame de même structure que la trame 5 de la figure FI.11, vers la station B. Celle-ci reçoit mal et demande la retransmission (2) à trois reprises. Après le troisième essai, la station A arrête la transmission et réinitialise la liaison (3).

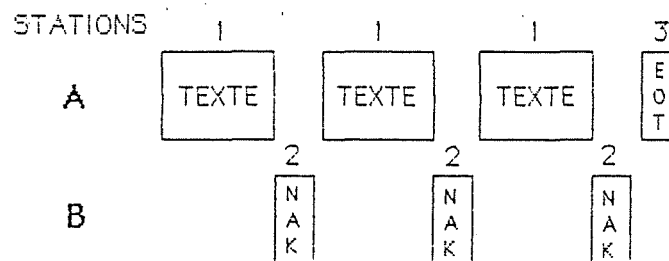


Figure FI.12 Réémission

La temporisation est "l'intervalle de temps accordé par une station A à une station B pour donner une réponse à l'envoi d'un caractère de commande, d'une trame, ou pour émettre le caractère suivant." (Biblio I.25). Passé ce délai, la station B est considérée comme étant en dérangement.

Dans le cas de la procédure BSC, il est convenu que la procédure de liaison arrête les tentatives de transmission après trois essais sans réponse. La figure FI.13 montre une station A qui tente d'envoyer un texte (trames 1 de la figure), dans une trame de même structure que la trame 5 de la figure FI.11, vers la station B. Celle-ci reste muette. Entre chaque réémission, la station A attend la réponse de B durant un délai déterminé ("temporisation") TO. Après le troisième essai, la station A arrête la transmission et réinitialise la liaison (2).

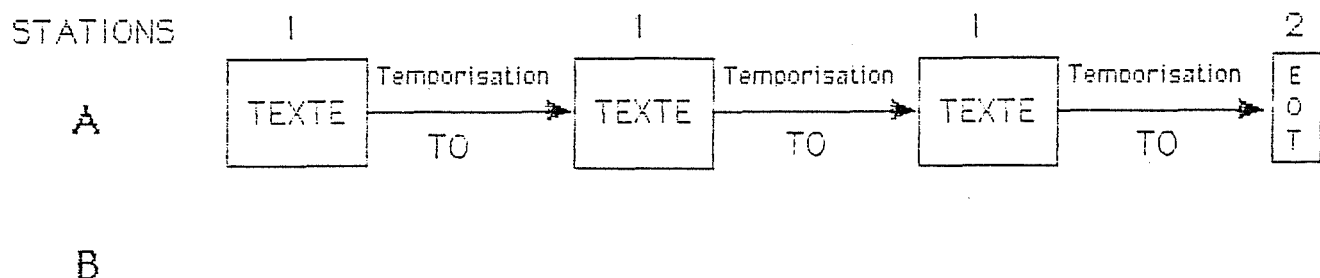


Figure FI.13 Temporisation



## I.5 LE RESEAU DCS

Le réseau DCS (Data Communication Service) est un réseau qui assure le transport de paquets, blocs de données de longueur limitée, échangés entre deux terminaux quelconques connectés au réseau.

Comme l'illustre la figure FI.14, ce réseau est constitué d'un ensemble d'ordinateurs, appelés noeuds de commutation, reliés entre eux par des liaisons de données formant un réseau maillé. Ce réseau assure le transfert de paquets entre les terminaux A et B, par exemple, sans erreur et prend en charge l'acheminement du paquet par un chemin 1-2-3 ou 1-4-5-3, inconnu des terminaux A et B. Les données de longueur quelconque peuvent être fractionnées en paquets qui, considérés séparément par les noeuds, empruntent le plus souvent le même chemin du réseau ("routage statique").

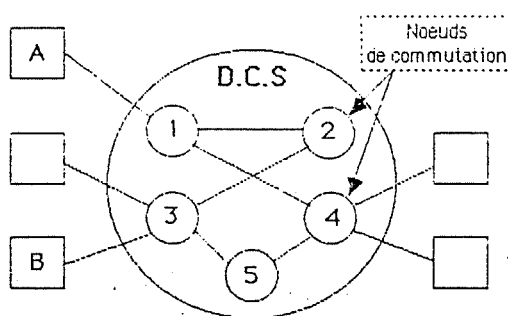


Figure FI.14 Illustration du réseau D.C.S

"Ce réseau s'appuie sur le standard X25 définissant les protocoles des couches OSI 1, 2 et 3. X25 définit l'interface, le format et la signification des informations échangées à travers cette interface, entre un équipement terminal de traitement des données (ETTD) relié au réseau et un équipement de terminaison de circuit de données (ETCD) du réseau.

X25 définit précisément la jonction physique (couche physique) entre l'ETTD et l'ETCD (modem fourni par DCS), telle V24. Les caractéristiques de la connexion varient avec les équipements reliés.

Pour la couche de liaison, X25 requiert l'emploi de la procédure HDLC (High level Data Link Control procedure). HDLC permet la transmission synchrone de bits. Moins contraignante que la procédure BSC qui échange des caractères de longueur fixe appartenant à un alphabet déterminé, HDLC se base en effet sur l'élément binaire. Ses commandes de liaison sont alors de simples séquences de bits, indépendantes des codes.

X25 offre, au niveau de la couche de réseau, un service, dit de circuit virtuel, selon lequel une procédure d'établissement et de libération d'une communication entre deux terminaux détermine ainsi une période de communication pendant laquelle les données d'un terminal reçues sous forme de paquets par le réseau sont remises à l'autre terminal dans l'ordre dans lequel le réseau les a reçus. Géré par le réseau, le chemin suivi par les paquets est inconnu des deux terminaux mais est en principe toujours le même pour une même communication entre deux terminaux.

Un circuit virtuel permanent offre les mêmes fonctions de transmission, sans phase d'établissement et de libération du circuit virtuel (relation fixe entre deux terminaux)." (Biblio I.26)

## CHAPITRE II

### LE RESEAU BANCONTACT

Dans ce chapitre, nous décrivons l'architecture du réseau BANCONTACT. Nous avons limité notre description à la configuration existant au moment de notre stage dans la société (second semestre 1986), en actualisant toutefois en août 1988 le nombre d'appareils installés.

Fondamentalement, l'architecture du réseau n'a pas changé, mais elle est crue. Un développement exhaustif de tous les équipements que connaît aujourd'hui le réseau, outre qu'il eût été fastidieux pour le lecteur, était entravé par le manque de documentation complète et structurée auquel nous nous sommes heurté pendant notre stage. L'absence de référence bibliographique s'explique dans la mesure où les informations compilées dans ce chapitre sont le résultat de conversations informelles d'alors avec divers techniciens de la société !

Enfin, le lecteur remarquera, presque égale à la variété des équipements et des circuits de données, la diversité des procédures de liaison. Une description complète de celles-ci nous a également semblé sortir du cadre de ce mémoire.

Au paragraphe II.1, nous exposons diverses sortes d'appareils reliés au réseau.

Au paragraphe II.2, nous montrons l'architecture de réseau que BANCONTACT avait bâtie lorsque la société avait commencé ses activités.

Au paragraphe II.3, nous parlons des concentrateurs du réseau et des avantages que leur introduction a offerts.

Au paragraphe II.4, nous entretenons le lecteur des appareils connectés aux lignes multipoint du réseau. L'exploitation de ces lignes représente l'activité principale de BANCONTACT.

Au paragraphe II.5, nous présentons l'utilité du réseau commuté dans l'établissement de liaisons de données avec de petites stations à distance.

Au paragraphe II.6, le lecteur trouve ce qui intéresse la communication entre les réseaux BANCONTACT et Mister-Cash.

Au paragraphe II.7, un bref résumé et une figure illustrent l'allure qu'a prise l'architecture du réseau de nos jours.

Au paragraphe II.8, nous parlons de certaines particularités des invitations à émettre et à recevoir.

Au paragraphe II.9, le lecteur trouve une évaluation critique de l'adressage des stations sur les liaisons multipoint du réseau.

## II.1 LES TERMINAUX

Nous appellerons central l'ordinateur de BANCONTACT placé à Bruxelles qui comprend entre autres le frontal chargé de la gestion des transmissions sur le réseau.

A l'exception du central, nous appellerons terminal tout équipement terminal de traitement des données, au sens du paragraphe I.1.A.

Nous distinguons deux catégories de terminaux :

- les concentrateurs (KON) tels qu'ils ont été définis au paragraphe I.1.J. Ils sont décrits plus en détail au paragraphe II.3. L'assimilation d'un concentrateur à un terminal peut paraître inhabituelle. Elle est justifiée au point II.9.
- les serveurs de clients qui sont des terminaux de service à la clientèle.

Parmi les serveurs de clients, nous trouvons :

- les distributeurs automatiques de billets de banque, ou "Automatic Teller Machine" (ATM),
- les gérants automatiques de pompes à essence, ou "Payment Terminal Outdoor" (PTO),
- les équipements pour grands magasins, ou "Electronic Fund Transfer" (EFT),
- les télédataphones (TD).

Les distributeurs automatiques de billets de banque (ATM) permettent au titulaire d'une carte magnétique et d'un numéro de code secret qui l'identifient, d'effectuer des opérations sur ses comptes en banque :

- retrait de billets de banque sur compte courant,
- dépôt de billets de banque sur compte courant,
- commande de carnets de chèques ou de virements,
- consultation des soldes de ses comptes courant et d'épargne,
- virement du compte courant au compte d'épargne.

Les retraits ou dépôts seront portés automatiquement au débit ou au crédit du compte du titulaire de la carte et au crédit ou au débit de l'institution financière qui approvisionne le terminal en billets et le vide de ses enveloppes de dépôt des clients.

L'équipement de ces terminaux varie selon les appareils. En général, ceux-ci comprennent :

- un lecteur de carte magnétique,
- une porte de protection de l'appareil,
- un clavier et un écran pour le client,
- une ou deux cassettes contenant les billets et leur dispensateur,
- un distributeur d'enveloppes pour les dépôts,
- une cassette recevant les enveloppes déposées,
- un lecteur de disques souples,
- une imprimante pour le journal des opérations du terminal,
- une imprimante de tickets à la clientèle,
- un "Security Code Module" (SCM) calculant, à partir du code secret, la valeur d'une fonction ("Pin Verification Value", PVV) pouvant autoriser l'opération à effectuer,
- un clavier et un écran internes pour l'exploitant chargé de l'entretien de l'appareil (ceci sert à enregistrer des opérations particulières),
- un module de communication (modem et contrôleur de communication).

Les gérants automatiques de pompes à essence (PTO) permettent au titulaire d'une carte magnétique et d'un numéro de code secret qui l'identifient, d'acheter du carburant à une pompe en payant automatiquement son achat par débit de son compte en banque et crédit du compte du fournisseur de carburant.

L'équipement de ces terminaux varie selon les appareils. En général, ceux-ci comprennent :

- un lecteur de carte magnétique,
- un clavier et un écran,
- quelques contrôleurs de pompes à essence,
- une imprimante pour le journal des opérations du terminal,
- une imprimante de tickets à la clientèle,
- un "Security Code Module".
- un module de communication (modem et contrôleur de communication).

Les équipements pour grands magasins (EFT) permettent au titulaire d'une carte magnétique et d'un numéro de code secret qui l'identifient, de payer les achats qu'il vient de faire dans le magasin par débit de son compte en banque et crédit du compte du magasin.

L'équipement de ces appareils comprend en général:

- l'EFT proprement dit, intégrant une imprimante pour le journal des opérations du terminal, une interface vers le central et une interface vers les caisses,
- pour chaque caisse, un ensemble à l'usage du client, où l'on trouve un clavier, un écran et un SCM,
- pour chaque caisse, un ensemble à l'usage du caissier, composé soit d'un clavier, d'un écran et d'un lecteur de cartes magnétiques, soit d'un lecteur de cartes incorporé à la caisse.

Les télédataphones (TD) sont des terminaux intégrés à un poste téléphonique. Ils équipent des petits magasins et permettent au titulaire d'une carte magnétique et d'un numéro de code secret qui l'identifient, de régler ses achats dans la boutique, par débit de son compte en banque et crédit du compte de la boutique.

Les terminaux sont équipés d'un lecteur de carte magnétique, d'un clavier et d'un écran. Contrairement aux terminaux décrits plus haut et qui sont connectés en permanence au central, les télédataphones établissent un circuit de données à travers le réseau commuté en appelant le central par numérotation automatique, pour chaque opération bancaire.

Quand la liaison de données point à point entre le télédataphone et le central a été établie, que l'opération bancaire a été soumise au central et que les terminaux ont échangé les informations nécessaires, le circuit de données est libéré à chaque bout, par le central et le télédataphone.

## II.2 LES DEBUTS DU RESEAU

Au début de la société, en 1978, BANCONTACT choisit une structure de réseau basée sur des liaisons multipoint.

Au niveau de la couche physique, des lignes de transmission louées à 4 fils reliaient des modems V26. Ceci constituait un ensemble de circuits de données full-duplex à 2400 bits par seconde.

Ces circuits permettaient la constitution de liaisons multipoint. La procédure BSC 2780 avait été choisie comme couche de liaison pour la transmission de données entre les serveurs de clients, stations secondaires, et le central, station primaire.

Le central était constitué de matériel PDP, de DIGITAL, qui intégrait le frontal pour la gestion des communications.

Le réseau ne comportait alors que des distributeurs automatiques de billets de banque (ATM). Fin 1980, on introduisit des gérants automatiques de pompes à essence (PTO).

La figure FII.1 donne un aperçu de la configuration d'alors. Deux modems V26 sont connectés au frontal par une jonction V24 et à des lignes de transmission multipoint louées. Sur une de ces lignes, nous voyons deux ATM et un PTO reliés chacun à la ligne par un modem V26.

Le point de jonction auquel se rejoignent les lignes des terminaux est réalisé, dans le cas présent, par la RTT et permet la connexion de quatre terminaux sur une même ligne. Il est possible de relier quatre terminaux supplémentaires en sacrifiant une de ces quatre connexions pour la scinder de nouveau en quatre. Nous obtenons alors le support d'une liaison multipoint entre une station primaire et un maximum de sept stations secondaires. Pour des raisons techniques, tenant lieu à la qualité de la transmission, il n'est pas possible de relier davantage de terminaux entre eux.

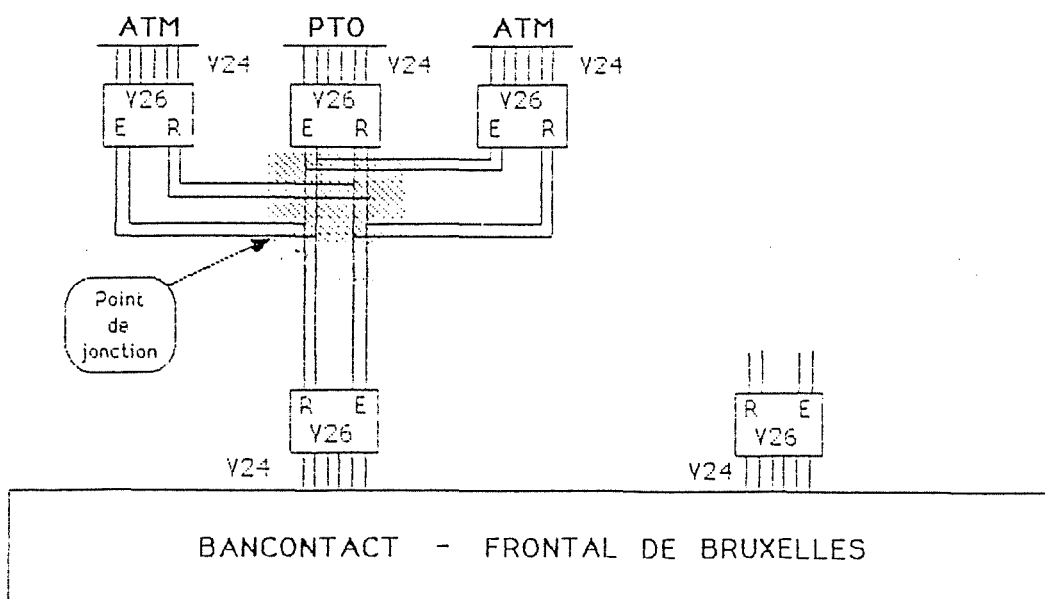


Figure FII.1 Configuration primaire du réseau BANCONTACT

### II.3 LA CONCENTRATION DU TRAFIC

En 1982, BANCONTACT décida d'introduire des concentrateurs dans sa structure de réseau. Ceux-ci géraient 12 liaisons de données avec les serveurs de clients qui leur étaient connectés.

En 1986, soucieux de modernité et de croissance, BANCONTACT installa de nouveaux concentrateurs, qui aujourd'hui remplacent tous les anciens, pour gérer 20 liaisons de données point à point avec 20 serveurs.

Les avantages de la concentration du trafic ne sont pas négligeables:

#### A) CONNEXION D'APPAREILS PLUS NOMBREUX

Pour des raisons techniques, tenant à la qualité de la transmission, une même ligne ne peut relier qu'un nombre limité de modems entre eux. En pratique, ce circuit de données restreint peut supporter une liaison multipoint entre le central et un maximum de 7 serveurs de clients.

Le remplacement des serveurs de clients par des concentrateurs permet donc au central de communiquer avec 7 concentrateurs. Ces derniers concentrant le trafic de 20 serveurs maximum, le central peut, grâce à une seule liaison multipoint, échanger des informations avec un ensemble maximal de 140 serveurs.

#### B) CONNEXIONS DIVERSES

Sur les lignes multipoint, BANCONTACT a conservé la norme de transmission V26.

Bien sûr, ceci empêche la mise en oeuvre d'une configuration maximale (1 central + 7 concentrateurs = 140 serveurs) sur une ligne multipoint. En effet, le volume d'informations à échanger entre 140 serveurs et le central est en pratique trop important pour pouvoir être supporté par un simple circuit de données V26 à 2400 bits par seconde. En moyenne, nous comptons une cinquantaine de serveurs par ligne multipoint.

Entre un concentrateur et les serveurs de clients, il est possible d'établir des circuits de données de divers types. Ces circuits répondent aux normes V23, V26 et V24.

Les modems V23 asynchrones sont plus simples à concevoir et moins coûteux, ce qui justifie leur emploi. Avec une ligne de transmission à 2 fils, ils forment un circuit de données half-duplex à 1200 bits par seconde.

Certains serveurs sont connectés au concentrateur par des modems V26 pour la transmission synchrone à 2400 bits par seconde. A la différence des circuits V26 full-duplex sur 4 fils des lignes multipoint, ces circuits-ci sont half-duplex sur 2 fils.

Enfin, il arrive qu'un concentrateur soit installé dans le même bâtiment qu'un serveur de clients. Dans ce cas, il serait ridicule de mettre en oeuvre un circuit de données complexe, constitué de deux modems et d'une ligne de transmission, pour relier les deux terminaux. BANCONTACT utilise donc une connexion directe entre le concentrateur et le serveur proche. Cette jonction répond à la norme V24. La vitesse de transmission est de 2400 bits par seconde.

Les concentrateurs sont toujours reliés aux modems par des jonctions répondant à la norme V24. Dès lors, le lecteur pourrait croire que la connexion de modems V23 ou V26 au concentrateur est indifférente pour ce dernier. Ceci est faux dans la mesure où "en transmission synchrone l'évaluation (mise en forme des signaux reçus, toujours un peu perturbés par leur transport sur la ligne, et correspondance signal-information) du message de données reçu est effectuée dans le modem, tandis que pour les signaux asynchrones, cette évaluation est effectuée par le terminal ." (Biblio II.1)

Ainsi, les concentrateurs pour 12 serveurs de clients offraient :

- 8 connexions V26
- et 4 connexions V23 ou 3 connexions V23
- et 1 connexion V24
- et les concentrateurs pour 20 serveurs de clients offrent aujourd'hui :
- 8 connexions V26
- 11 connexions V23
- et 1 connexion V24.

### C) PROCEDURES DIFFERENTES

Sur les circuits de données répondant aux normes V26 et V24, les concentrateurs communiquent avec leurs serveurs conformément à la procédure BSC 2780 qui sert de couche de liaison.

Sur les circuits de données répondant à la norme de transmission asynchrone V23, il peut sembler paradoxal d'employer une procédure synchrone comme couche de liaison.

Pourtant, afin d'éviter le coût de développement d'une nouvelle procédure de communication, BANCONTACT a gardé une version modifiée de la procédure BSC 2780 sur les connexions V23.

Dans cette version non standard de la procédure, la liaison est placée en état de contention. Les deux stations n'échangent donc plus d'invitation à émettre, mais seulement à recevoir.

D'autre part, les trames sont émises de façon asynchrone, caractère par caractère. BANCONTACT a supprimé :

- les caractères de synchronisation des trames car ceux-ci n'avaient plus d'utilité. En effet, la synchronisation est assurée grâce à la reconnaissance par la station distante des bits START et STOP qui encadrent chaque caractère transmis.
- le bit de PARITE qui apparaît parfois dans la transmission asynchrone de caractères. Bien qu'il soit maintenu dans de nombreuses transmissions asynchrones, et en l'occurrence avec les télédataphones, ce chiffre binaire aurait fait double emploi car le contrôle d'erreur s'effectue toujours au niveau de la trame grâce aux caractères BCC.

#### D) REDUCTION DES COÛTS

L'introduction des concentrateurs permet de réduire le coût de location de l'ensemble des lignes louées pour le réseau.

En effet, le prix de location d'une ligne intra-zonale est moins élevé que celui d'une ligne inter-zonale et la gestion d'une liaison multipoint est plus complexe, donc plus onéreuse, que celle d'une liaison point à point.

En configurant son réseau de telle sorte que :

- les lignes inter-zonales soient des lignes multipoint, auxquelles sont connectés un nombre maximal de concentrateurs et éventuellement quelques serveurs de clients,
  - et que les lignes de transmission entre les concentrateurs et les serveurs distants soient toujours des lignes intra-zonales,
- BANCONTACT réduit le coût de ses communications par la forte diminution (facteur 20 au maximum) du nombre de ses lignes multipoint.

De plus, l'onéreux équipement du système central, nécessaire à la gestion des lignes multipoint, est réduit: moins de liaisons au frontal, de modems rapides et coûteux, etc.

Enfin, l'emploi de modems V23, moins chers, plutôt que de modems V26, réduit le coût de réalisation des circuits de données entre les terminaux à connecter.

#### E) REALISATION DE FONCTIONS ANNEXES

La structure de micro-ordinateur programmable d'un concentrateur permet de réaliser de nombreuses fonctions annexes parmi lesquelles :

- la détection automatique d'une rupture du circuit de données avec un serveur de clients,
- la détection des erreurs de transmission dans la liaison de données avec la station distante,
- le comptage des réémissions,
- le comptage des temporisations ...

Nous en reparlerons au paragraphe III.3.



## II.4 LES LIGNES MULTIPOINT

Tous les terminaux appartenant à une même ligne multipoint sont reliés par des lignes louées à un centre de zone téléphonique de la RTT, où, ensemble, ils forment un point de jonction.

De ce groupe part alors vers le central de Bruxelles une ligne de transmission louée. Celle-ci est une ligne intra-zonale ou inter-zonale selon que le groupe de terminaux connectés appartient à la même zone téléphonique que le central ou pas.

En août 1988, 41 lignes multipoint aboutissent au central de Bruxelles. A chacune de ces lignes est connecté un modem V26 du central.

Le frontal comporte des contrôleurs de communication consacrés à la gestion de la transmission synchrone de caractères. Ces contrôleurs pilotent chacun 4 modems et sont programmés à l'aide d'un logiciel spécial de telle façon que les fonctionnalités de l'ensemble respectent le protocole BSC 2780.

Ainsi, 41 circuits de données loués et répondant à la norme V26 sont le support de liaisons de données multipoint BSC 2780.

Toutes ces liaisons permettent au central d'échanger des textes avec 7 terminaux maximum sur une liaison multipoint et 20 serveurs maximum connectés à un concentrateur.

Parmi les terminaux connectés au réseau, on trouve environ (en août 1988) :

- 200 concentrateurs,
- 380 distributeurs automatiques de billets de banque,
- 1700 gérants automatiques de pompe à essence,
- 120 gérants de caisses de grands magasins régissant la communication de 8, 16 ou 32 caisses enregistreuses avec le central.

L'expansion du réseau exige des modifications de sa configuration: ajout de nouvelles lignes de transmission, changement de terminal d'une ligne multipoint à l'autre, branchement d'un serveur d'une ligne multipoint à un concentrateur, etc.

## II.5 LE RESEAU COMMUTE

Un circuit de données doit être établi à travers le réseau commuté chaque fois qu'un télédataphone désire communiquer avec le central. Quand ce circuit est établi, les messages de données sont échangés conformément à la norme V21 décrite au point I.3.A.

Un télédataphone numérote automatiquement vers le central pour l'appeler à son numéro de téléphone unique, est capable d'établir la liaison avec le central lorsque l'appel aboutit, et libère le circuit de données à la fin de l'échange.

Le central est, lui, relié au réseau commuté par l'intermédiaire d'un ensemble de 14 modems V21, gérés par un contrôleur de communication asynchrone. Celui-ci est programmé à l'aide d'un logiciel spécial de façon que l'ensemble permette l'établissement de liaisons de données point à point asynchrones non standard conformes aux spécifications qu'a établies le fabricant des télédataphones, ATEA, et auxquelles BANCONTACT a dû adapter son matériel.

Les modems du central sont spécialement conçus pour permettre l'établissement d'un circuit de données après détection d'un appel du réseau téléphonique, l'échange de messages de données à transmettre en full-duplex (quoique la procédure de liaison ne permette qu'une communication en half-duplex) et la libération du circuit à la fin de la transmission.

Les appels vers le central sont répercutés par le réseau téléphonique RTT sur un des quatorze modems qui serait libre à ce moment.

La procédure de liaison point à point employée entre le central et un télédataphone, bien qu'asynchrone, présente des analogies avec la procédure BSC. Les trames sont émises comme des suites asynchrones de caractères représentés dans le code ASCII. Les trames contenant des textes à transmettre comprennent des caractères pour le contrôle d'erreurs. Les stations distantes échangent également des caractères de commande, des accusés de réception, etc.

Ainsi que l'illustre la figure FII.2, dans le cas d'échange sans erreur, voici brièvement comment se déroule une communication entre un télédataphone et le central :

- le télédataphone forme le numéro d'appel du central sur le réseau téléphonique commuté.
- le central "décroche". Un circuit de données est alors établi (1) avec le télédataphone.
- le central invite le télédataphone à émettre (2).
- des textes sont alors échangés entre les deux stations distantes, en commençant par le télédataphone, jusqu'à ce que ce dernier, en principe, décide de clôturer la communication par la commande EOT (5).
- à la réception d'un texte (3), l'autre station répond par un accusé de réception positif (4) ou négatif, selon que la transmission s'est déroulée sans erreur ou pas.

Un accusé de réception négatif provoque la réémission du texte mal transmis. Après trois réémissions ou temporisations successives (voir point I.4.H), la station distante envoie une trame contenant un caractère EOT et par cette commande met ainsi fin de son côté à l'échange.

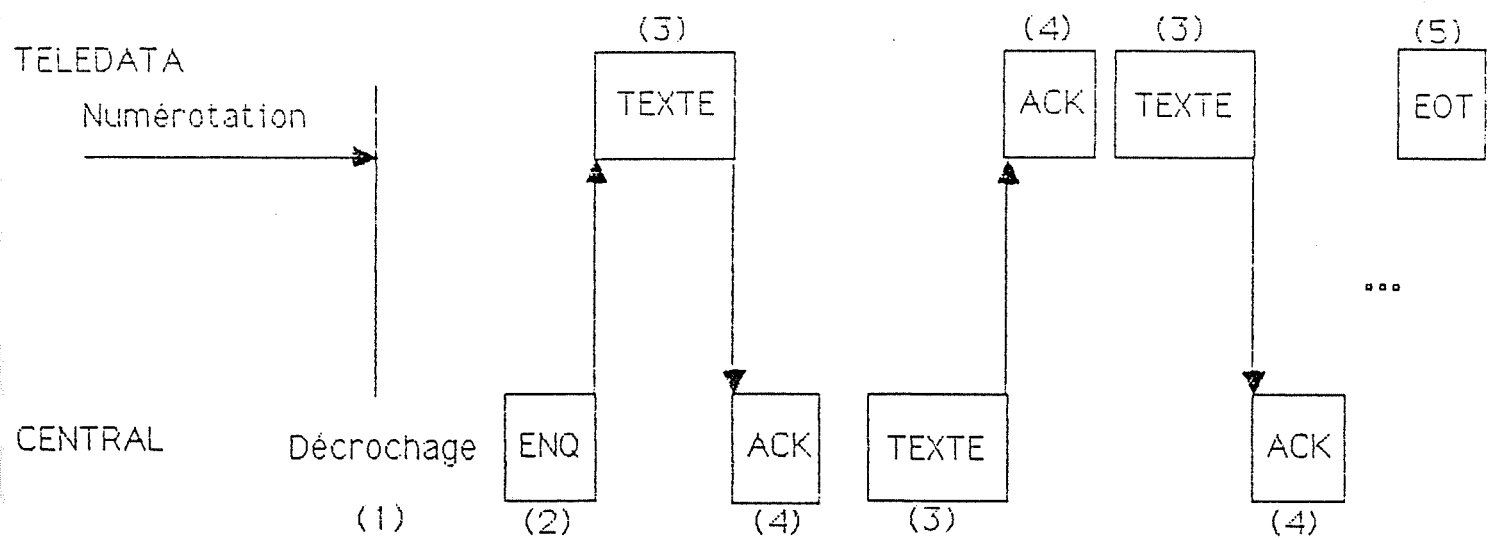


Figure FII.2 Echange entre le central et un télédattaphone

## II.6 LA LIAISON MISTER-CASH

Des accords conclus en 1986 avec la société Mister-Cash prévoient la transmission de données à échanger entre les réseaux BANCONTACT et Mister-Cash.

En réalisant une voie de communication entre leurs deux réseaux, les deux sociétés offrent chacune à leurs clients la possibilité d'effectuer des opérations bancaires indifféremment sur l'un ou l'autre réseau.

Pour des raisons légales, il ne fut pas permis d'employer une ligne louée comme support de transmission. Dès lors, les données à échanger sont véhiculées sous forme de paquets à travers le réseau DCS de la RTT.

Au niveau de la couche physique, le central de BANCONTACT est relié à deux noeuds de commutation différents du réseau DCS par des lignes de transmission louées. Cette double connexion permet à BANCONTACT de se prémunir d'une panne sur une des deux liaisons avec les noeuds.

Deux modems en bande de base, synchrones à 9600 bits par seconde, adaptent les messages de données émis par le central aux lignes de transmission. Ces modems sont pilotés par deux contrôleurs voués au contrôle de la transmission synchrone de bits, conformément à la procédure HDLC.

Les deux circuits virtuels établis entre BANCONTACT et Mister-Cash sont des circuits permanents.

## II.7 LA CONFIGURATION ACTUELLE

Le central de BANCONTACT est installé à Bruxelles.

Il s'agit d'un ordinateur TANDEM TXP NON-STOP SYSTEM, dont les circuits sont dédoublés, de telle sorte qu'un composant défaillant puisse immédiatement être remplacé par son homologue.

Nous noterons que les contrôleurs de communication, contrairement à tout le reste de l'installation informatique centrale, ne sont pas dédoublés. Cependant, il existe des contrôleurs et des modems de réserve qui peuvent remplacer un élément défaillant. Autrefois, il était nécessaire de déconnecter l'appareil en panne et de connecter manuellement l'élément de rechange. Cette opération se fait aujourd'hui par simple commande à la console de commutateur électronique du type 'Matrix Switch'.

Le central sert :

- à traiter tous les textes qui sont véhiculés dans le réseau,
- à autoriser ou à refuser les opérations bancaires demandées par les titulaires des cartes magnétiques,
- à enregistrer les opérations bancaires exécutées,
- à gérer les cartes et les comptes,
- à surveiller le réseau, l'état des terminaux, etc.

En outre, le central intègre un frontal pour la gestion des transmissions.

Nous donnons un exemple de ce que pourraient être certaines lignes multipoint du réseau BANCONTACT. La figure FII.3 illustre cet exemple qui résume le propos de notre chapitre.

Comme nous l'avons dit plus haut, au frontal du central de Bruxelles sont reliées 41 lignes multipoint, lignes inter-zonales pour la plupart, à 4 fils, qui supportent grâce à l'emploi de modems V26, un circuit de données full-duplex à 2400 bits par seconde avec les concentrateurs K1 et K2 et le contrôleur de caisses de grand magasin EFT1.

Au concentrateur K1, nous voyons reliés :

- un distributeur automatique de billets de banque ATM1 grâce à un circuit de données half-duplex à 2400 bits par seconde établi à travers des modems synchrones V26 et une ligne intra-zonale louée à 2 fils,
- un gérant automatique de pompe à essence PTO1 grâce à un circuit de données half-duplex à 1200 bits par seconde établi à travers des modems asynchrones V23 et une ligne intra-zonale louée à 2 fils,
- un distributeur automatique de billets de banque ATM2 à proximité duquel est installé le concentrateur. Cette situation permet l'emploi d'une connexion directe V24 entre les deux terminaux. Dans notre cas particulier, les messages de données seront transmis de façon synchrone à 2400 bits par seconde.

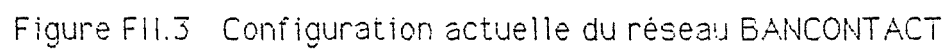
Les lignes multipoint supportent des liaisons de données multipoint conformes au protocole BSC 2780. Ce même protocole sert aux liaisons point à point entre K1 et ATM1, ainsi qu'entre K1 et ATM2. Le circuit de données V23 supporte le protocole BSC 2780 modifié comme cela a été exposé au point II.3.C.

Au frontal du central de Bruxelles sont également reliés 14 modems conformes à la norme V21 pour la réception des appels des télédata-phones. Ils permettent l'établissement des circuits de données half-duplex à 300 bits par seconde grâce à des lignes de transmission 2 fils du réseau commuté.

La procédure asynchrone de liaison entre le central et les télédata-phones permet la transmission asynchrone des données conformément aux spécifications du fabricant des télédata-phones.

Enfin, deux connexions V24, synchrones à 9600 bits par seconde, relient le central aux modems en bande de base du réseau DCS, pour la liaison avec Mister-Cash.

Deux circuits virtuels permanents au niveau de la couche de réseau permettent l'échange de paquets de données entre les réseaux BANCONTACT et Mister-Cash.



## II.8 PERIODICITE DES INVITATIONS A EMETTRE ET A RECEVOIR

### A) SUR LIAISON MULTIPPOINT

Sur les liaisons multipoint, le central est toujours la station primaire. Les concentrateurs et, dans des cas très ponctuels, les serveurs de clients avec lesquels il communique sont des stations secondaires de la liaison.

Dès lors, tous les messages sont échangés avec ces stations sur une invitation à émettre ou à recevoir du central.

Le central génère une invitation à émettre vers chacune des stations distantes toutes les deux secondes environ. Il génère des invitations à recevoir pour tous les messages qu'il désire envoyer.

Lorsque trois temporisations ou réémissions successives surviennent et qu'elles ont obligé le central à réémettre trois fois la même trame à destination d'une station, cette dernière est présumée défaillante. Le central enregistre un message particulier, dit de déconnexion. Nous en reparlerons au chapitre III.

### B) SUR LIAISON CONCENTRATEUR - SERVEUR

Un concentrateur est toujours la station primaire et les serveurs de clients sont les stations secondaires dans les liaisons point à point sur les circuits de données V24 et V26.

Dans ces liaisons, le concentrateur invite toutes les deux secondes chacun de ses serveurs à émettre. Il envoie ses messages par une invitation à recevoir.

Pour économiser la capacité de traitement des concentrateurs, on a évité les invitations à émettre répétitives sur les liaisons point à point des circuits V23.

Dans ces dernières liaisons, le serveur se trouve en état de contention. Lorsqu'il désire envoyer un message au concentrateur, il invite préalablement celui-ci à recevoir.

Quand un concentrateur détecte une défaillance répétée de communication avec un serveur, il envoie au central un message pour signaler la déconnexion du serveur.

Sur les liaisons point à point en état de contention, chaque serveur assure le concentrateur de sa présence en provoquant toutes les deux minutes, par une invitation à émettre, un échange de trame entre les deux stations. Le concentrateur vérifie toutes les cinq minutes que les liaisons avec les serveurs restent établies et génère à destination du central un message de déconnexion pour les serveurs présumés défaillants.

## II.9 L'ADRESSAGE DES STATIONS

Tous les textes qui circulent entre le central et les stations distantes contiennent l'identifiant unique de la station à laquelle ils sont destinés ou de laquelle ils proviennent.

D'autre part, la procédure BSC 2780 exige que les stations soient identifiées par une adresse dans les liaisons de données multipoint (voir points I.4.A et I.4.C).

Les notions d'identifiant d'une station à laquelle on envoie un texte et d'adresse d'une station dans une liaison de données par laquelle on échange un texte sont donc deux notions différentes.

Un texte destiné à une station reliée directement à une liaison multipoint sera transmis directement. Le central spécifiera l'adresse de la station concernée dans une invitation à recevoir. Si cette station accepte l'invitation, le central enverra ensuite une trame contenant le texte proprement dit. Ce même texte contiendra l'identifiant de la station distante.

Par contre, un texte destiné à un serveur lui-même relié à un concentrateur, sera envoyé en deux étapes successives.

D'abord, le central, qui connaît la configuration du réseau, envoie le texte dans une trame adressée au concentrateur. Le concentrateur connaît, numérotées de 1 à 20, les liaisons de données point à point avec ses serveurs.

Le concentrateur examine alors le texte et reconnaît l'identifiant du serveur auquel ce texte est destiné. A l'aide d'une table de configuration dont il dispose par ailleurs, et qui lui fournit la correspondance identifiant de serveur - numéro de liaison, le concentrateur détermine par laquelle de ses 20 liaisons point à point il est connecté au serveur identifié.

Enfin, le concentrateur invite le serveur à recevoir le texte, et le lui transmet.

Cette façon de procéder comporte quatre particularités :

- Il faut envoyer la table de configuration sus-mentionnée au concentrateur. Cet envoi, qui a lieu régulièrement comme nous le verrons au paragraphe III.3, augmente le volume déjà important des informations échangées sur les liaisons multipoint.
- le central ne connaît que les concentrateurs avec lesquels il communique. Il ignore tout, par exemple, de la communication (et de la qualité de celle-ci) entre le concentrateur et le serveur auquel, pourtant, le central destine ses messages. Le concentrateur se comporte ici en véritable "terminal".



- ce système oblige le concentrateur à rechercher, dans le texte transmis, l'identifiant du serveur auquel ce texte doit être remis. Dès lors, les textes échangés entre le central et le serveur dépendent des caractéristiques du concentrateur par lequel elles transitent.
- le central connaît à tout moment la configuration de tout le réseau. Cela est en effet nécessaire pour qu'il puisse déterminer à quel concentrateur il doit adresser son texte. Il doit également envoyer aux concentrateurs les tables de configuration. Pourtant, il envoie les textes sans exploiter sa connaissance de la configuration du réseau. Et le concentrateur effectue une opération de correspondance inutile.

La procédure BSC 3270 a les mêmes caractéristiques générales que la procédure BSC 2780. Son emploi aurait cependant permis de spécifier, dans une trame, une adresse décomposable en deux parties. La première moitié aurait contenu l'adresse du concentrateur sur la liaison multipoint et la seconde aurait contenu le numéro de la liaison entre le concentrateur et le serveur auquel était destinée la trame.

De cette façon, la structure des textes échangés entre le central et les serveurs aurait au moins été indépendante des concentrateurs.

En modifiant la configuration de son réseau par l'introduction de concentrateurs, BANCONTACT aurait également dû songer à employer une procédure de liaison qui eût été plus cohérente avec la nouvelle architecture de réseau.

## CHAPITRE III

### LES MESSAGES VEHICULES SUR LE RESEAU

Après avoir montré comment l'information circule sur le réseau BANCONTACT, nous nous intéressons ici à l'information qui est effectivement véhiculée sur le réseau.

Le contenu des messages que nous décrivons dans ce chapitre est stable depuis notre stage dans la société mais de nombreux remaniements sont aujourd'hui en cours afin de simplifier les échanges.

Au paragraphe III.1, nous exposons à titre d'introduction certains concepts de la couche d'application au sein du réseau BANCONTACT. Nous parlons de la connexion et de la déconnexion des terminaux et de la différence entre les messages qui circulent sur le réseau, au coeur des trames échangées, avec les messages remaniés sous une forme standard, seuls connus au niveau du central et à l'étude desquels nous nous attacherons désormais.

Au paragraphe III.2, nous parlons des données qui sont communes à tous les messages enregistrés par le central (heure d'émission / réception du message, etc.).

Au paragraphe III.3, nous nous attardons à la description des seuls messages échangés entre le central et un concentrateur. Il s'agit ici d'une description "statique" du contenu des messages.

Au paragraphe III.4, nous nous penchons sur l'étude d'une méthode non ambiguë qui permette de décrire toute la dynamique de l'échange des messages. La description de cette dynamique s'opère au moyen de schémas dont la compréhension est le plus souvent très aisée mais qui résiste parfois mal à un examen rigoureux. De plus, nous verrons au chapitre IV comment tirer parti de ces schémas pour obtenir un maximum d'informations à partir des seuls messages enregistrés.

Au paragraphe III.5, nous nous servons de la méthodologie développée au point III.4 pour décrire la dynamique de l'échange des messages décrits au point III.3.

Au paragraphe III.6, nous expliquons les différents messages connus par les serveurs et échangés entre ceux-ci et le central.

Au paragraphe III.7, nous donnons au lecteur la dynamique des échanges de messages entre:

- le central et les ATM, PTO et EFT,
- le central et les télédatalogues.

Nous avons établi cette distinction car, si les messages échangés sont similaires, le protocole des échanges est très différent.

Au paragraphe III.8, nous parlons des seuls messages spécifiques à la liaison entre les réseaux BANCONTACT et Mister-Cash.

### III.1 INTRODUCTION

Nous venons d'examiner aux chapitres I et II comment le central et les terminaux (concentrateurs et serveurs) du réseau BANCONTACT peuvent se transmettre des trames contenant des textes. Nous nous intéressons ici non plus aux moyens de l'échange (les trames), mais aux informations transmises (les textes) que nous appelons désormais messages.

Nous avons aussi remarqué la structure étoilée du réseau qui limite les échanges de TRAMES aux liaisons central-concentrateur, concentrateur-serveur ou, plus rarement, central-serveur. Ni les serveurs ni les concentrateurs ne se transmettent de trames entre eux.

Il est aussi important de noter que les messages sont véhiculés entre le central et les serveurs ou le central et les concentrateurs. Hormis les exceptions des points II.9 et III.3.C, les concentrateurs sont transparents aux messages qu'ils acheminent. Aucun message n'est échangé entre un serveur et un concentrateur.

Nous distinguons désormais les liaisons de données établies des liaisons de données exploitées entre deux terminaux.

Une liaison de données est établie quand il existe un circuit de données entre des terminaux distants et qu'il est possible, grâce à une liaison de données aménagée entre les stations, de transmettre des messages entre elles. La couche de liaison assure cet acheminement sans erreur. Une liaison de données peut être établie entre le central et un concentrateur, entre un concentrateur et un serveur ou, dans de rares cas, entre le central et un serveur directement connecté sur une ligne multipoint.

Selon le protocole de la couche d'application, certains messages ne peuvent être traités par un terminal qu'à des moments déterminés, tenant compte de la succession des messages précédents. Ici intervient la signification du message et le moment auquel il est échangé. Nous dirons qu'une liaison de données est exploitée lorsque certains messages détaillés plus loin peuvent être traités par les terminaux et le central. Comme aucun message n'est échangé entre un concentrateur et un serveur, on ne peut pas parler de liaison exploitée concentrateur-serveur, mais seulement central-concentrateur ou central-serveur. Bien sûr, l'établissement d'une liaison est préliminaire à son exploitation.

Lorsqu'une liaison de données n'est pas exploitée, des échanges de trames peuvent encore permettre de véhiculer des messages entre le central et le terminal distant. L'exploitation de la liaison reprendra à l'initiative de ce dernier, par l'envoi d'un message convenu.

Nous appellerons connexion d'un terminal (concentrateur ou serveur) l'opération par laquelle celui-ci passe d'une liaison de données non exploitée à une liaison de données exploitée. Nous appellerons déconnexion l'opération inverse.

Nous dirons qu'un terminal est on-line entre sa connexion et sa déconnexion ou, en d'autres mots, lorsque la liaison de données entre le central et lui est exploitée. Le terminal est dit off-line dans le cas contraire.

Un concentrateur du réseau BANCONTACT n'achemine aucun message entre le central et les serveurs distants si la liaison entre le central et lui-même n'est pas au préalable exploitée. Dès lors, nous pouvons affirmer que la connexion d'un serveur relié au central via un concentrateur ne peut se faire qu'après la connexion de ce dernier.

Cette contrainte augmente la charge du réseau à cause de l'échange, entre le central et les concentrateurs, des messages nécessaires à la connexion de ceux-ci. Cependant, la connexion d'un concentrateur ne se produit qu'après l'établissement d'une liaison fiable, sans trop de réémissions ni de temporisations. Dès lors, la connexion d'un concentrateur est au moins garante de la qualité de la transmission central-concentrateur.

En l'absence de cette contrainte, les concentrateurs se comporteraient davantage en simples relais acheminant les textes échangés entre le central et les serveurs. Dans ce cas, de courtes défaillances du circuit de données, provoquant réémissions et temporisations, accroîtraient le volume des informations échangées entre le central et les serveurs.

D'autre part, les terminaux sont de différentes sortes (ATM, PTO...) et, même s'ils sont d'une même sorte, proviennent parfois de constructeurs divers. C'est pourquoi nous constatons des différences tant au niveau de l'équipement de certains serveurs (des ATM possèdent deux réserves (cassettes) de billets alors que d'autres n'en ont qu'une), qu'au niveau des messages échangés entre le central et ces serveurs (un ATM ne peut pas décrire dans un message l'état de deux cassettes s'il n'en possède qu'une).

Le contenu des messages véhiculés sur le réseau, leur longueur et la structure de leur contenu peuvent être aussi divers qu'il existe de sortes d'appareils fabriqués par des constructeurs différents.

Comme nous l'avons mentionné au point I.1.K, le frontal du central convertit, à l'usage de ce dernier, les messages qui sont envoyés vers le central par les terminaux du réseau en messages d'application standardisés, de type déterminé, qui auront la même structure quelles que soient les sortes de terminaux qui les auront émis.

Outre les informations qui transitent sur le réseau, les messages d'application contiennent des informations complétées par le central, telles l'endroit où se trouve le terminal, l'identifiant de la personne qui en assure la maintenance, etc.

De même, le central génère des messages d'application qui, avant leur transmission sur le réseau, seront convertis en messages dont la structure et le contenu seront fonction des terminaux auxquels ils seront destinés.

Faisant désormais abstraction de ces conversions, nous ne parlerons plus que de "messages" pour désigner à la fois les messages d'application et les messages véhiculés sur le réseau qui leur correspondent.

Bien sûr, les opérations de conversion gérées par le frontal sont très nombreuses et les messages circulant sur le réseau ont une structure très différente de celle des messages d'application. Puisque seuls ces derniers nous sont connus au niveau du central, c'est eux seuls que nous décrirons dans ce chapitre.

Le lecteur remarquera que, chez BANCONTACT, si le frontal assure bien l'indépendance du central vis-à-vis des transmissions, il effectue des manipulations de textes qui sortent de la gestion ordinaire des communications.

Le central enregistre chronologiquement certains messages au fur et à mesure qu'il les émet ou les reçoit, dans un ensemble de fichiers séquentiels appelé logging d'application.

D'autre part, un ensemble d'enregistrements, dits messages de supervision, concernant entre autres les cartes magnétiques (affectation d'une carte à un client, mise-à-jour de données...) et les comptes bancaires (opposition bancaire sur le compte...), forment le logging de supervision.

Autrefois constituant deux ensembles de fichiers distincts, les loggings d'application et de supervision forment aujourd'hui un seul ensemble de fichiers séquentiels appelé "logging". Celui-ci contient donc, rangés en ordre chronologique croissant d'après l'heure de leur enregistrement, à la fois des messages d'application et des messages de supervision.

Nous ne nous intéressons qu'aux seuls messages d'application que renferme le logging et nous ferons abstraction dans notre propos de toutes les informations de supervision qu'il pourrait contenir.

Dans ce chapitre, nous décrivons entre autres les messages d'application que nous avons scindés en:

- messages échangés entre le central et les concentrateurs. Nous les appellerons messages des concentrateurs.
- messages échangés entre le central et les serveurs. Nous les appellerons messages des serveurs.
- messages échangés entre le central BANCONTACT et le central Mister-Cash. Nous les appellerons messages Mister-Cash.

Nous n'en décrivons volontairement pas tous les champs car cette opération serait fastidieuse pour le lecteur.

Reprenant la syntaxe utilisée chez BANCONTACT, nous désignerons les messages d'application par la forme générique V-x-yyy où:

- V signifie qu'il s'agit d'un message d'application (Application Virtual Interface).
- x prend les valeurs suivantes:
  - C pour un message envoyé par un terminal au central
  - R pour un message envoyé par le central en réponse à un message 'C' d'un terminal
  - S pour un message envoyé par le central vers un terminal
  - O pour un message envoyé par un terminal en réponse à un message 'S' du central
- yyy est l'abréviation du type du message d'application.

Nous noterons toujours suivis d'une étoile (\*) les messages d'application V-x-yyy\* qui sont enregistrés par le central dans le logging.

Les messages d'application suivants sont connus du central:

messages des concentrateurs

V-C-CON*	vers central	Connection command
V-S-CNF	de central	Send network configuration
V-C-DEC*	vers central	Disconnection command
V-S-DEC*	de central	Send a disconnection
V-C-ONL*	vers central	Terminal on-line command
V-S-SEN	de central	Send a set network
V-O-SEN*	vers central	Confirm set network
V-S-SHO	de central	Send show network
V-O-SHO*	vers central	Confirm show network
V-C-STN*	vers central	Network status command
V-R-STN	de central	Network status reply

messages des serveurs

V-C-BAL*	vers central	Accounting balance command
V-R-BAL	de central	Accounting balance reply
V-C-BDE*	vers central	Deposit balance command
V-R-BDE	de central	Deposit balance reply
V-C-CON	vers central	Connection command
V-R-CON	de central	Connection reply
V-C-DEC*	vers central	Disconnection command
V-S-DEC*	de central	Send a disconnection
V-C-INI*	vers central	Init terminal command
V-S-INI	de central	Send terminal init
V-O-INI	vers central	Confirm terminal init
V-S-EOI*	de central	Send end of init
V-C-INQ	vers central	Card inquiry command
V-R-INQ	de central	Card inquiry reply
V-C-ONL*	vers central	Terminal on-line command
V-C-STA*	vers central	Terminal / card status command
V-R-STA	de central	Status reply
V-C-TRA*	vers central	Transaction command
V-R-TRA	de central	Transaction reply
V-C-VDE*	vers central	Deposit validation command
V-R-VDE	de central	Deposit validation reply

messages Mister-Cash

V-C-TRA*	vers central	Transaction command
V-R-TRA	de central	Transaction reply
V-C-STA*	vers central	Card status command
V-R-STA	de central	Card status reply
V-C-BMB*	de/vers central	Mister-Cash balance command
V-R-BMB	vers/de central	Mister-Cash balance reply

### III.2 EN-TÊTE DES MESSAGES

Tous les messages d'application du logging sont composés d'une en-tête et d'un corps. Contrairement à l'en-tête, qui est immuable, le corps du message varie avec le type de celui-ci.

Dans l'en-tête des messages, nous trouvons les informations communes de ces derniers, parmi lesquelles:

- un numéro identifiant le type de message d'application,
- la longueur du message d'application (et non celle du texte véhiculé par le réseau),
- un numéro identifiant le type de texte véhiculé par le réseau,
- un numéro identifiant la station du réseau avec laquelle le central a échangé le message,
- le numéro de compte bancaire lié au serveur sur lequel peuvent être effectuées des opérations bancaires (si le message est échangé avec un serveur),
- le chemin parcouru par le texte à travers le réseau, c'est-à-dire
  - . l'identifiant du concentrateur à travers lequel le texte a transité si l'émetteur du message était un serveur relié à un concentrateur,
  - . le numéro de la ligne multipoint par laquelle le texte a transité,
  - . un indicateur si l'appel a été reçu via le réseau commuté,
- un numéro identifiant le site où est placé le terminal, grâce auquel on peut retrouver l'emplacement du terminal (adresse, ville, nom de la personne exploitant le serveur...),
- le type de terminal (ATM, PTO, EFT, TD ou K) impliqué dans l'échange,
- la date et l'heure d'enregistrement du message dans le logging d'application.

Dans les paragraphes qui suivent, il sera entendu que tous les messages d'application du logging dont nous donnerons la description plus loin contiennent par défaut les informations de leur en-tête.

### III.3 MESSAGES DES CONCENTRATEURS

Les concentrateurs du réseau BANCONTACT, outre qu'ils relaient les messages entre le central et les serveurs, peuvent eux-mêmes échanger avec le central des messages qui les concernent.

Nous décrirons dans les points qui suivent les fonctions annexes que peut exécuter un concentrateur, comme nous l'avons introduit au point II.3.E.

Les concentrateurs échangent des messages avec le central pour :

- envoyer l'état de leur configuration,
- envoyer les incidents de communication dans leurs liaisons avec les serveurs,
- envoyer un récapitulatif de l'état de leurs serveurs,
- demander la déconnexion du concentrateur,
- demander la connexion du concentrateur,
- accepter une configuration,
- confirmer l'exploitation de la liaison de données avec le central.

En outre, ils peuvent détecter les défaillances d'une liaison point à point avec un serveur distant et signaler la déconnexion de celui-ci au central. Pour ce faire, ils constituent et envoient au central, à la place de la station défaillante, un message V-C-DEC\* (voir point III.6.F) que rien ne distingue de celui qu'aurait pu envoyer cette station.

#### A) ENVOI DE L'ETAT DE LA CONFIGURATION

Le central envoie à un concentrateur un message V-S-SEN. De cette façon, il oblige le concentrateur à couper ou à établir les circuits de données avec les serveurs distants. Le message V-S-SEN contient une table T1 où l'élément T1(i) contient l'état (polling ou pas, terminal en service ou pas, ...) à affecter au circuit de données numéro i entre le concentrateur et le serveur distant.

En réponse, le concentrateur envoie au central un message d'état de la configuration V-O-SEN\* qui contient entre autres :

- une table T1 de configuration du concentrateur. Celle-ci comprend les identifiants des 20 serveurs connectés au concentrateur. L'élément T1(i) de cette table contient l'identifiant du serveur connecté par la liaison point à point numéro i au concentrateur.
- une table T2 où l'élément T2(i) de cette table décrit l'état du circuit de données entre le concentrateur et le serveur i.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-S-SEN	central	--+	concentrateur	Send a Set Network
V-O-SEN*	central	+--	concentrateur	Confirm Set Network



## B) ENVOI DES INCIDENTS DE COMMUNICATION

Le central envoie au concentrateur un message V-S-SHO. De cette façon, il demande au concentrateur de lui envoyer un message d'état des communications V-O-SHO\* qui contient :

- une table T1 de réémissions. L'élément T1(i) de cette table contient le nombre de réémissions qui sont survenues sur la liaison point à point numéro i entre le concentrateur et le serveur i, lors de l'échange des 40 derniers messages sur cette liaison,
- une table T2 de temporisations, analogue à celle des réémissions.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-S-SHO	central	--+	concentrateur	Send Show Network
V-O-SHO*	central	+++	concentrateur	Confirm Show Network

Grâce au message V-O-SHO\*, il est possible de connaître la qualité de la transmission (couche physique) entre un serveur et un concentrateur. En effet, une mauvaise transmission provoque des erreurs de communication (réémissions et temporisations), qui sont comptées par le concentrateur.

## C) ENVOI D'UN RECAPITULATIF D'ETAT

Le concentrateur envoie au central spontanément et régulièrement, un message récapitulatif d'état V-C-STN\* qui contient entre autres :

- une table T1 de configuration du concentrateur. Celle-ci comprend les identifiants des 20 serveurs connectés au concentrateur. L'élément T1(i) de cette table contient l'identifiant du serveur connecté par la liaison point à point numéro i au concentrateur.
- une table T2 où l'élément T2(i) de cette table décrit l'état du circuit de données entre le concentrateur et le serveur i.

Lorsque le central reçoit le message V-C-STN\*, il envoie au serveur un message V-R-STN. Ce dernier ne signifie rien d'autre qu'une bonne réception, par le central, du message V-C-STN\* que lui a envoyé le concentrateur.

Le message récapitulatif d'état a donc la même structure et contient les mêmes informations que le message d'état de la configuration. La différence réside dans le fait que le premier est envoyé spontanément par le concentrateur et que le second est demandé au concentrateur par le central.

Les messages V-C-STN\* sont envoyés par un concentrateur qui a compté des changements d'état dans l'ensemble des serveurs qui lui sont connectés.

Un changement d'état survient lorsqu'un serveur se connecte ou se déconnecte au central ou lorsqu'un serveur envoie un message d'état-terminal (voir point III.6.B).

Le concentrateur détectera donc un changement d'état avec :

- l'envoi d'un message V-C-DEC\* (voir point III.6.F) d'un serveur au central via le concentrateur,
  - l'envoi d'un message V-S-DEC\* (voir point III.6.F) du central vers le serveur via le concentrateur,
  - l'envoi par le concentrateur lui-même d'un message V-C-DEC\* qu'il génère à la place d'un serveur lorsqu'il constate que la liaison de données qu'il entretient avec ce serveur n'est plus établie.
- Ce constat est réalisé lorsque le serveur ne répond plus aux invitations à émettre du concentrateur (sur circuits de données V24 et V26) ou lorsque le concentrateur n'a pas échangé de trame depuis plus de cinq minutes avec le serveur distant (sur circuit de données V23). Nous en avons parlé au point II.8.B.
- l'envoi d'un message V-C-ONL\* (voir point III.6.I) d'un serveur au central via le concentrateur,
  - l'envoi d'un message d'état-terminal V-C-STA\* d'un serveur au central via le concentrateur (voir point III.6.B).

Les concentrateurs envoient un récapitulatif d'état toutes les deux minutes, s'il y a eu au moins un changement d'état depuis le dernier envoi d'un message V-C-STN\* par le concentrateur.

Cette règle est un compromis entre l'abondance des récapitulatifs qui parviennent au central lors du rétablissement d'une liaison de données sur une ligne multipoint (voir points IV.5.A et III.6.G) et une longue attente, avant l'envoi d'un récapitulatif, si les changements d'état sont peu fréquents sur les liaisons point à point connues par le concentrateur.

Nous remarquons aussi que l'analyse des messages qu'achemine le concentrateur restreint la transparence de ce dernier. De plus, l'utilité de ces messages nous échappe un peu.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-C-STN*	central	+-	concentrateur	Network Status Command
V-R-STN	central	--	concentrateur	Network Status Reply

#### D) DEMANDE DE DECONNEXION

L'établissement de la liaison de données est assuré par la couche de liaison chez BANCONTACT. Pourtant, grâce à l'envoi d'un message de déconnexion, un concentrateur ou le central peuvent demander, pour une raison quelconque (erreur de protocole (voir point III.4), réémissions ou temporisations récurrentes...), que la liaison entre eux ne soit plus exploitée.

Le concentrateur envoie un message de déconnexion V-C-DEC\* ou le central envoie un message de déconnexion V-S-DEC\* pour suspendre l'exploitation de la liaison. Dans les deux cas, le message contient :

- un numéro identifiant la raison pour laquelle l'exploitation de la liaison doit être suspendue,
- la table de configuration du concentrateur concerné.

Le central connaît le message d'application suivant :

V-C-DEC*	central	+-	concentrateur	Disconnection Command
ou alors le message :				
V-S-DEC*	central	--	concentrateur	Send a Disconnection

Il convient de remarquer qu'en cas de rupture du circuit de données entre un concentrateur et le central, ce dernier enverra un message de déconnexion au concentrateur. Puisque le circuit de données n'est plus établi, ce message ne parviendra pas à destination. Il sera malgré tout enregistré dans le logging d'application.

Enfin, la suspension de l'exploitation d'une liaison de données entre le central et un concentrateur implique la suspension de toute communication entre le central et les serveurs qui sont reliés à ce concentrateur. Dès lors, après la reconnexion du concentrateur, tous les serveurs reliés au concentrateur devront recommencer une phase de connexion avant de reprendre l'exploitation de leur propre liaison de données avec le central.

#### E) DEMANDE DE CONNEXION

Lorsque l'exploitation de la liaison de données entre le central et le concentrateur est suspendue, ce dernier ne peut envoyer qu'un message de demande de connexion V-C-CON\* au central.

Il s'agit ici de la première étape vers le retour à l'exploitation de la liaison de données déjà établie entre le central et le concentrateur.

Dans ce message, nous trouvons un identifiant particulier de la raison pour laquelle le concentrateur demande sa connexion (par exemple après coupure de courant, perte de polling du central, erreur de protocole,...).

Le central connaît le message d'application suivant :

V-C-CON\* central +-- concentrateur Connection Command

#### F) NOUVELLE TABLE DE CONFIGURATION

Le central peut envoyer à un concentrateur un message de configuration V-S-CNF.

De cette façon, le central communique entre autres au concentrateur :

- une table T1 où l'élément T1(i) donne l'identifiant du serveur relié au concentrateur sur la liaison de données point à point numéro i.
- une table T2 où l'élément T2(i) décrit l'état du circuit de données sur la liaison point à point numéro i.

Le central connaît le message d'application suivant :

V-S-CNF central --+ concentrateur Send Network Configuration

G) CONCENTRATEUR ON-LINE

Le concentrateur envoie un message on-line V-C-ONL\* pour confirmer que la liaison de données établie entre le central et lui peut désormais être exploitée.

Ce message contient :

- la date et l'heure à partir desquelles la liaison de données n'a plus été exploitée,
- la table de configuration et la table décrivant l'état des circuits de données telles qu'elles ont été décrites dans les messages d'état de la configuration (voir point III.3.A) et récapitulatif d'état (voir point III.3.C).

Le central connaît le message d'application suivant :

V-C-ONL\*    central    +--    concentrateur    Terminal On-Line Command

### III.4 TABLES ET DIAGRAMMES D'ETAT

Dans les paragraphes précédents, le lecteur a remarqué qu'un message provoque une "attente" de la part du système qui l'a émis et une "action" au sein du système qui le reçoit. On peut dire que le "temps d'attente" d'un système est le pendant du "temps d'action" de l'autre. Par exemple, un serveur auquel se présente un client envoie un message "INQUIRY" au central, pour savoir si le client est autorisé à effectuer une opération bancaire, et attend un message "REPLY" en réponse. Parallèlement, le central recevant un message "INQUIRY" répond à l'attente du serveur par l'envoi d'un message "REPLY".

L'échange de ces messages répond à des contraintes bien déterminées qui régissent leur chronologie. Il convient dès lors de décrire sans ambiguïté leurs enchaînements, en tenant compte de l'historique de leur survenance.

Pour ce faire, une littérature assez restreinte offre un formalisme (Biblio III.1) permettant de décrire l'historique d'un système au moyen de trois notions dérivées de la théorie des automates finis:

- l'événement possible, stimulus externe qui agit sur le système et engendre de sa part une réaction précise, notamment sous forme d'une suite d'actions,
- la suite d'actions à réaliser,
- l'état du système que l'on peut considérer comme l'"instanciation des variables du système à un moment donné" ou, de façon plus figurée, comme une "abstraction de l'historique du système".

La charge sémantique des mots qui constituent ces définitions (stimulus, (suite d')action(s), réaction, historique) met bien l'accent sur la DYNAMIQUE du système. Celle-ci implique des repères temporels qui restent flous: un "historique" ignore le moment de la survenance mais inclut une succession temporelle.

Ces notions donnent lieu à deux représentations possibles du système:

- les tables d'état, dont l'intersection des deux entrées (événement-ligne et état-colonne) fournit la suite d'actions à réaliser et éventuellement le nouvel état que possède le système après l'exécution de ces actions.
- les diagrammes d'état qui montrent les enchaînements sous forme graphique. Malheureusement, ils ne permettent d'explicitier que les changements d'état.

Les figures III.1a et III.1b illustrent les mêmes états d'un système respectivement par une table d'état et par un diagramme d'état. L'événement A fait exécuter les actions W et X puis passer le système de l'état 1 à l'état 2, B provoque l'action Y mais laisse le système à l'état 1 dans le même état et C fait passer le système de l'état 2 à l'état 1 après l'exécution des actions Z et X. Les actions ne sont pas décrites dans le diagramme.

Nous soulignons que les ensembles des événements et des états possibles sont finis et que les tables et diagrammes d'état ne laissent place à aucune indécision. Tout événement se produisant alors que le système est dans un autre état que celui qui autorise sa survenance conduit automatiquement à une erreur. Par exemple, l'événement B de la figure F.III.1 ne peut pas se produire lorsque le système est à l'état 2. En pratique, chez BANCONTACT, une telle erreur, dite "de protocole", conduit à la déconnexion du terminal concerné.

	ETAT 1	ETAT 2
EVENEMENT A	ACTION W ACTION X ETAT 2	
EVENEMENT B	ACTION Y	
EVENEMENT C		ACTION Z ACTION X ETAT 1

Figure F.III.1a - Exemple de table d'état

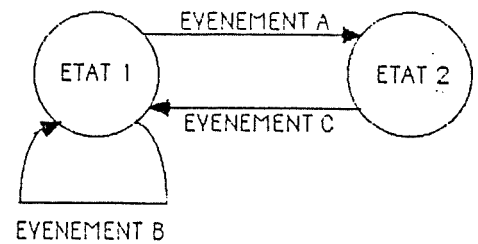


Figure F.III.1b - Exemple de diagramme d'état

Si les tables et les diagrammes décrivent un nombre fini d'états, il existe une infinité de moments auxquels les variables du système prennent des valeurs différentes. Nous pouvons dès lors choisir des états que nous trouvons significatifs de la situation du système à un moment donné.

Reprenons notre exemple. Du point de vue du serveur, les événements sont l'arrivée d'un client et la réception d'un message REPLY. Ceci conduit naturellement à la table et au diagramme des figures F.III.2a et F.III.2b.

	Etat A	Etat C
Client	INQUIRY Etat C	
REPLY		Etat A

Figure F.III.2a - Table d'état (serveur)

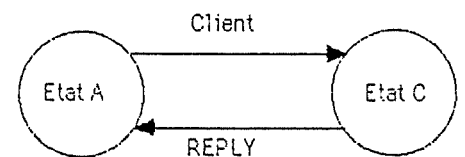


Figure F.III.2b - Diagramme d'état (serveur)

Du point de vue du central, on a les figures F.III.3a et F.III.3b.

	Etat X
INQUIRY	REPLY

Figure F.III.3a - Table d'état (central)



Figure F.III.3b - Diagramme d'état (central)

Nous remarquons que l'état C du serveur est l'état d'attente du message REPLY envoyé par le central. Le temps d'attente du serveur à l'état C est le pendant du temps d'action du central.

Rien n'interdit, pour faire apparaître plus clairement cette inter-relation des deux tables, d'introduire un état Y du central. Dans la mesure où nous ne décrivons que la partie du central en communication avec le serveur, nous pouvons imaginer qu'un programme particulier constitue ce message REPLY. Le "message prêt" peut donc constituer un événement de notre sous-système central et nous avons les figures F.III.4a et F.III.4b.

	Etat X	Etat Y
INQUIRY	Etat Y	
Message prêt		REPLY Etat X

Figure F.III.4a - Table d'état  
(sous-système central)

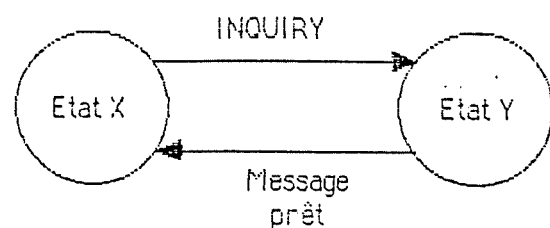


Figure F.III.4b - Diagramme d'état  
(sous-système central)

Le temps que passe le système central à l'état Y est le pendant du temps que passe le serveur à l'état C.

Si nous nous attachons à représenter sous forme de diagramme la succession des seuls messages connus des deux systèmes, un problème se pose. Il n'est en effet pas permis de décrire une action sur une flèche du diagramme sans confondre le lecteur. En effet, outre que nous ne respecterions plus les notions de départ, rien ne distinguerait plus les actions des événements, donc les messages envoyés de ceux reçus par le système. De plus, il serait parfois nécessaire de compléter (compliquer) les diagrammes par l'ajout d'états intermédiaires. Ainsi, la figure F.III.5 équivaut, confusion en plus, à la figure F.III.2b. Nous avons ajouté l'état B et l'action INQUIRY.

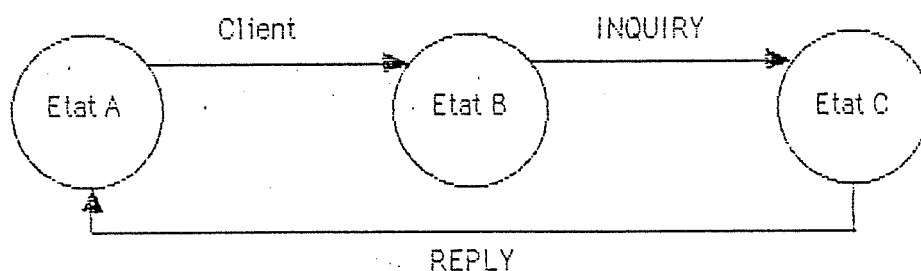


Figure F.III.5 - Diagramme Imprécis

Mais il serait possible de décrire, entre parenthèses, les actions à côté des événements qui les déclenchent. Ainsi, on obtient les diagrammes des figures F.III.6a et F.III.6b, correspondant à ceux des figures F.III.2b et F.III.4b, respectivement.

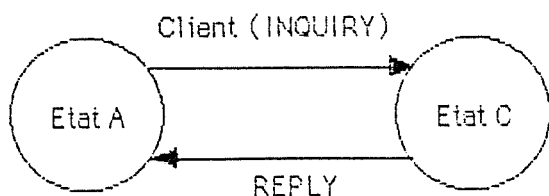


Figure F.III.6a - Diagramme avec action (serveur)

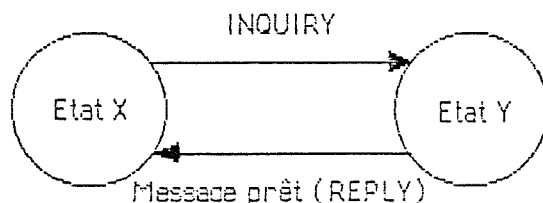


Figure F.III.6b - Diagramme avec action (central)

Il existe une relation de bijection entre la survenance d'un événement "arrivée de client" et l'action INQUIRY, entre un événement "message REPLY prêt" et l'action "envoi de REPLY". En abusant de la représentation, en omettant de nommer les événements et en maintenant les parenthèses pour les messages émis par le système décrit, nous avons les figures F.III.7a et F.III.7b.

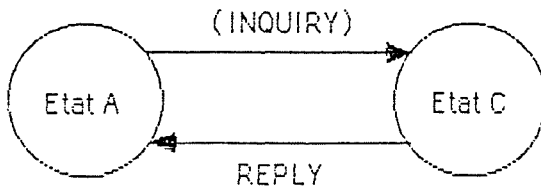


Figure F.III.7a - Diagramme avec action simplifié (serveur)

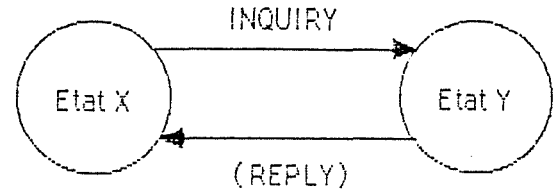


Figure F.III.7b - Diagramme avec action simplifié (central)

Lorsque nous désirons ne décrire que les messages échangés entre les deux systèmes, deux points de vue sont possibles :

- nous pouvons nous limiter à analyser un des deux composants communiquant, le serveur ou le central en l'occurrence. Les messages-événements d'un système étant les messages-actions de l'autre, il est possible à travers la description d'un seul système de donner un aperçu implicite du comportement du système distant avec lequel il communique. Nous avons illustré ceci avec les derniers exemples précédents.
- nous pouvons également considérer un système virtuel, constitué de l'interaction des deux systèmes qui communiquent.

Dans la première approche, les tables d'état d'un système doivent encore intégrer les événements, stimuli externes, tels l'arrivée d'un client ou le moment auquel un message est prêt. Bien que nous ne nous intéressions qu'aux seuls messages, la description complète des événements des deux systèmes requiert les deux tables d'état. Et même si nous aboutissons à des diagrammes équivalents, le choix d'une table d'état plutôt que l'autre (celles-ci ne sont pas équivalentes!) serait arbitraire.

Nous choisissons la seconde approche car elle fournit des diagrammes et des tables d'état plus simples où seuls figurent les messages échangés, ce qui permet au lecteur une visualisation rapide des séquences de messages possibles au sein du système virtuel.

Selon notre exemple, ce système est constitué des seules parties communicantes du serveur et du central. Les événements sont donc l'arrivée des messages, émis tantôt par le serveur, tantôt par le central, qui font changer l'état du système. Il est évident qu'un tel système virtuel n'agit pas. Seuls les événements le font changer d'état. Nous obtenons alors les diagramme et table d'état (laquelle est totalement redondante du diagramme) des figures F.III.8a et F.III.8b.

Nous pouvons désormais décrire la succession des messages dans le système, c'est-à-dire leur protocole, au prix de la perte de toute information sur les événements qui provoquent la génération des messages par les composants (serveur et central) du système virtuel. Cette lacune peut être comblée par les commentaires qui usuellement accompagnent tout schéma.



	Etat 1	Etat 2
INQUIRY	Etat 2	
REPLY		Etat 1

Figure F.III.8a - Table d'état (système virtuel)

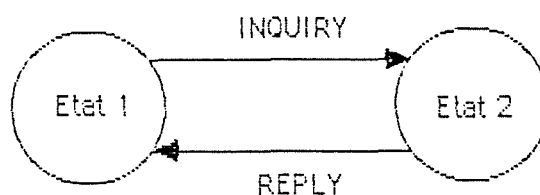


Figure F.III.8b - Diagramme d'état (système virtuel)

Il reste à déterminer dans notre système virtuel quel composant envoie quel message. Jusqu'à présent, une succession de messages INQUIRY et REPLY générée par le seul central répond au protocole !

La syntaxe des messages d'application de BANCONTACT fournit la contrainte que nous recherchons. Les messages V-C-xxx et V-O-xxx sont toujours émis par un terminal tandis que les messages V-S-xxx et V-R-xxx sont toujours émis par le central.

### III.5 PROTOCOLE DES CONCENTRATEURS

La figure FIII.9 montre les états possibles du protocole d'échange de messages entre le central et un concentrateur. Les cases représentent les états du système virtuel constitué par l'interaction des parties communicantes du central et du concentrateur. Les flèches symbolisent les messages envoyés par l'un ou l'autre des composants vers le système.

Tous les états sont des états d'ATTENTE et chaque fois un événement, c'est-à-dire la survenance d'un message émis par le concentrateur ou le central fait changer l'état du système. Nous supposons que tout message émis par un composant du système est effectivement et immédiatement reçu par l'autre.

Quand le système est dans un des états 1, 2 ou 3, le concentrateur est off-line. Le passage de l'état 1 à l'état 3 constitue la phase de connexion. En l'état 4, 5, 6 ou 7, le concentrateur est on-line.

A tout moment, le central ou le concentrateur peuvent envoyer un message de déconnexion V-S-DEC\* ou V-C-DEC\* respectivement. Une des raisons de l'envoi d'un tel message peut être le non-respect du protocole que nous décrivons ici. Le système revient alors en l'état 1. Pour éviter de surcharger le diagramme, nous avons symbolisé ces survenances par de grosses flèches.

Lorsqu'il est on-line, le concentrateur peut échanger avec le central les messages suivants:

- V-C-STN\* et V-R-STN,
- V-S-SEN et V-O-SEN\*,
- V-S-SHO et V-O-SHO\*.

En outre, c'est seulement on-line que le concentrateur peut relayer les messages des serveurs qui lui sont connectés vers le central. Dès lors, toute déconnexion du concentrateur implique la déconnexion de ses serveurs.

En l'état 1, le système attend une demande de connexion du concentrateur. Lorsque ce dernier envoie son message V-C-CON\* vers le central, le système passe à l'état 2.

En l'état 2, le système attend un message V-S-CNF que le central destine au concentrateur. Dès que le concentrateur a reçu sa configuration, le système passe en l'état 3 tandis que le concentrateur envoie un message V-C-ONL\* pour confirmer l'exploitation de sa liaison de données avec le central. Le système passe alors en l'état 4.

En l'état 4, le système est dans l'attente d'un des trois événements suivants:

- un message V-S-SEN émis par le central. Le système passe à l'état 6 où il attend une réponse V-O-SEN\* du concentrateur avant de revenir à l'état 4.
- un message V-S-SHO émis par le central. Le système passe à l'état 7 où il attend une réponse V-O-SHO\* du concentrateur avant de revenir en l'état 4.
- un message V-C-STN\* émis par le concentrateur. Le système passe à l'état 5 où il attend une réponse V-R-STN du central avant de revenir en l'état 4.

On peut également dire que:

- les états 2 et 5 du système correspondent à des temps d'attente du concentrateur;
- les états 1, 3, 6 et 7 du système correspondent à des temps d'attente du central.
- l'état 4 est un état du système où à la fois le central et le concentrateur sont en attente d'un événement (message) généré par l'autre. La première survenance d'un message émis par un des deux composants détermine le changement d'état du système qu'ils constituent.

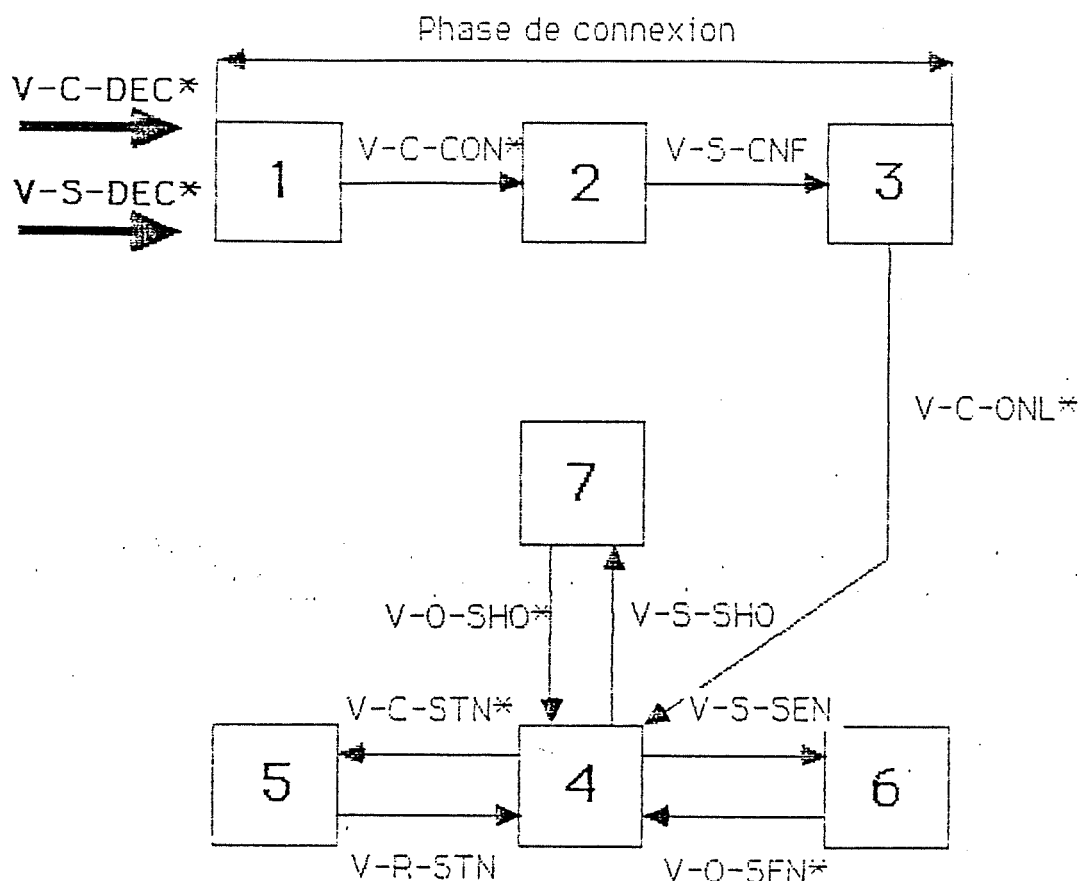


Figure FIII.9 Protocole d'échange des concentrateurs

### III.6 MESSAGES DES SERVEURS

Qu'ils lui soient reliés par l'intermédiaire d'un concentrateur ou pas, les serveurs n'échangent de messages qu'avec le central. Certains types de messages ne peuvent être échangés que par des serveurs d'un type déterminé (ATM, PTO, EFT ou TD). Dans ce cas, nous préciserons au long de ce paragraphe le type de serveur concerné par le message d'application présenté. Par défaut les messages que nous décrivons sont échangés entre le central et tous les types de serveurs.

Certains messages sont émis par des serveurs du réseau Mister-Cash et parviennent chez BANCONTACT via le réseau DCS. Il est possible de reconnaître ces messages grâce aux particularités du numéro de l'identifiant du terminal, numéro qui est repris dans l'en-tête des messages d'application.

Les serveurs échangent des messages avec le central pour :

- demander l'autorisation d'effectuer une opération bancaire,
- décrire leur état,
- exécuter une opération bancaire,
- faire la balance d'un compte,
- valider les dépôts et en donner la balance,
- demander une déconnexion,
- demander une connexion,
- s'initialiser,
- s'affirmer on-line,
- envoyer des messages "à froid".

#### A) DEMANDE D'AUTORISATION

Lorsqu'un client se présente à un serveur pour effectuer une opération bancaire, il introduit sa carte magnétique dans un lecteur. Le serveur envoie alors un message de demande d'autorisation V-C-INQ au central afin de savoir si ce client est autorisé à effectuer une opération bancaire.

Le message V-C-INQ contient entre autres les informations inscrites sur la piste magnétique de la carte du client.

Le central répond à la demande de transaction en envoyant un message d'autorisation de transaction V-R-INQ au serveur distant. Ce message contient entre autres :

- le montant disponible pour l'opération bancaire (qui n'est pas toujours le solde du compte),
- le solde des comptes du client,
- les informations nécessaires pour que le serveur puisse calculer le code secret que le client doit taper au clavier,
- des informations relatives à la carte (perdue, volée, non valide...)

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-C-INQ	central	+-	serveur	Command Card Inquiry
V-R-INQ	central	--	serveur	Reply to Card Inquiry

Après cet échange de deux messages, le serveur attendra que le client s'identifie par son code secret, et ensuite pourra accepter une opération bancaire de celui-ci.

## B) DESCRIPTION D'ETAT

Un serveur peut envoyer au central des messages d'état V-C-STA\*, que nous divisons en deux familles distinctes :

- les messages d'état-carte,
- les messages d'état-terminal.

De même type et de même structure, ils diffèrent par certains champs de leur structure qui sont garnis ou non, selon la famille du message.

Lorsque, suite à la demande d'autorisation (voir point III.6.A), il apparaît que l'opération bancaire ne peut s'effectuer, le serveur envoie alors au central un message d'état-carte où nous trouverons sous forme d'un numéro identifiant la raison pour laquelle cette opération a avorté.

Au cours de notre travail pour BANCONTACT, nous avons été amené à compter environ 130 raisons différentes que nous avons regroupées en 7 types distincts :

- problème de piste magnétique sur la carte du client: les données de la piste ne peuvent pas être lues ou écrites, elles n'ont pas le format correct...
- problème hardware lié aux opérations effectuées sur la carte: blocage de la carte magnétique dans le lecteur...
- problème de base de données: la carte a été volée, elle se trouve dans une liste noire, elle n'est plus valable, le compte du titulaire est bloqué...
- problème de code secret: le client n'a pas fourni, après quelques essais infructueux, le code secret qui correspond à la carte...
- problème d'arrêt volontaire: le client a renoncé à l'opération bancaire qu'il désirait effectuer et, pour ce faire, a tapé la touche "STOP" du clavier.
- problème de distraction: le client a oublié sa carte dans le lecteur, il attend trop longtemps avant de se décider pour une opération que le serveur lui propose, il ne tape pas la bonne touche au clavier...
- problème de solde des comptes: le montant de l'opération à effectuer est supérieur au montant maximal autorisé...

Ces 7 groupes nous semblaient assez distincts pour couvrir sans ambiguïté les différentes raisons pour lesquelles un message d'état-carte peut être émis, en même temps qu'ils reprenaient tous les incidents que BANCONTACT connaît. Cette classification est donc un bon compromis entre une lourde complétude et une distinction minimale.

Un serveur envoie un message d'état-terminal lorsque survient un dysfonctionnement dans son appareillage (imprimante de tickets enraillée...) ou quand un événement touchant à son exploitation survient (fonction de l'appareil non disponible, début d'une opération d'entretien de l'appareil...).

Un message d'état-terminal V-C-STA\* renferme des champs pour chacun des éléments composant n'importe quel type de terminal:

- fonctions de l'appareil plus disponibles : retrait, dépôt, consultation du solde des comptes, appareil hors service...
- état général : début de maintenance, fin de maintenance, coupure de courant, alarme...
- lecteur de carte magnétique : carte bloquée, erreur de lecture, carte oubliée...
- dispensateur de billets : cassette vide, blocage du dispensateur...
- clavier : survenance d'une temporisation.
- porte : bloquée...
- module de sécurité : calcul erroné du code secret lié à une carte, problème hardware...
- journal : plus de papier dans l'imprimante...
- tickets : problème dans le couteau qui débite le papier des tickets, erreur d'impression...
- disque souple : erreur de lecture, d'écriture, volet de protection du lecteur resté ouvert...
- dépôts : la cassette recevant les enveloppes des dépôts est pleine, l'enveloppe déposée est restée coincée dans l'appareil...
- distributeur d'enveloppes : vide, blocage...
- état de la pompe : choix d'une pompe de carburant inexistante, le client ne décroche pas le pistolet de la pompe...
- ...

A chaque message d'état V-C-STA\* qu'il reçoit d'un serveur, le central envoie en réponse un message V-R-STA au serveur.

Nous avons souvent remarqué chez BANCONTACT l'emploi de messages tels V-R-STA qui le plus souvent ne signifient rien d'autre qu'une bonne réception, par la station distante, d'un autre message, tel V-C-STA\*. Dans certains cas particuliers, ces messages "de bonne réception" servent aussi à véhiculer sur le réseau des informations de sécurité. En tous les cas, ces messages de bonne réception ne sont pas enregistrés dans le logging d'application.

La couche de liaison assure la transmission sans erreur de trames pouvant contenir, par exemple, le texte correspondant au message V-C-STA\*.

Dès lors, le lecteur pourrait s'étonner que le central envoie un message V-R-STA confirmant la bonne réception du message V-C-STA\*. En effet, cette bonne réception est confirmée par les accusés de réception positifs (ACK0 et ACK1 de la procédure BSC 2780 par exemple) que contiennent les trames émises par le frontal. La couche de liaison assure par elle-même une transmission correcte sur les liaisons point à point ou multipoint.

Le lecteur peut donc penser que le message V-R-STA, comme V-R-STN que nous avons décrit plus haut et d'autres que nous nommerons plus loin, fait double emploi avec les fonctionnalités des procédures de la couche de liaison.

Il n'en est rien dans la mesure où nous nous rappelons que les textes transmis entre le central et un serveur via un concentrateur sont échangés en deux étapes successives (voir paragraphe II.9). Si le concentrateur tombe en panne entre les deux étapes, par exemple, rien d'autre que ce message V-R-STA n'assurerait au serveur que son texte V-C-STA\* a été correctement transmis au central.

Il nous semble important de souligner que ces messages "de bonne réception" que nous trouvons au niveau de la couche d'application n'auraient plus de raison d'être dans les communications si BANCONTACT créait, au-dessus de la couche OSI 2 de son réseau BSC, des couches 3 et 4 qui assureraient la bonne transmission des messages indépendamment de la topologie du réseau et des systèmes qui le composent.

La couche OSI 4 du modèle ISO est importante car elle assure le transport "bout à bout" (émetteur - récepteur) des messages échangés. Toutefois, si son apparition est souhaitable pour cacher certaines singularités du réseau BANCONTACT, nous nous devons de remarquer que des applications, telle la messagerie électronique, hautement structurées et répondant parfaitement à la norme OSI, connaissent encore des messages d'accusé de réception au niveau de la couche 7.

Cependant, ces accusés de réception ne servent plus à assurer la transmission proprement dite des informations sur le réseau mais permettent par exemple de connaître que "le destinataire X a reçu et pris connaissance du message A", "Y a reçu le message mais est parti en vacances" et "Z n'habite plus à l'adresse indiquée".

Enfin, il resterait faux de croire que l'architecture OSI, qui permet jusqu'à la couche 4 d'assurer le transport de l'information sans la traiter, isole tout incident de transport de tout incident de traitement. Ainsi, une remise à zéro ("reset") du réseau DCS à la suite d'un incident grave, par exemple, aura bien sûr un impact au niveau des traitements (couches 5 à 7) des terminaux communicants.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-C-STA*	central	+++	serveur	Terminal/Card Status Command
V-R-STA	central	--+	serveur	Status Reply

### C) EXECUTION D'UNE OPERATION BANCAIRE

Après l'autorisation d'une opération bancaire (voir point III.6.A), si le client effectue correctement celle-ci, le serveur enverra un message de transaction V-C-TRA\* au central, afin que cette opération soit enregistrée.

Le message V-C-TRA\* contient entre autres :

- le type d'opération (retrait, dépôt...)
- le montant de l'opération,
- pour les pompes à essence, le numéro de la pompe, le type de carburant acheté et la quantité...
- ...

Lorsque le central reçoit le message V-C-TRA\*, il envoie au serveur un message V-R-TRA. Celui-ci ne signifie rien d'autre qu'une bonne réception, par le central, du message V-C-TRA\* que lui a envoyé le serveur.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-C-TRA*	central	+++	serveur	Command Transaction
V-R-TRA	central	---	serveur	Reply ACK for Transaction

### D) BALANCE COMPTABLE D'UN SERVEUR

Puisque les serveurs sont destinés à effectuer des opérations bancaires, à chacun de ceux-ci est attribué un numéro de compte au crédit duquel sont versés les montants des achats ou des retraits de billets de banque effectués par les clients.

Une personne est préposée à l'exploitation de l'appareil sur son site. De temps en temps, cette personne souhaite clôturer le compte du serveur en réalisant la balance comptable de l'appareil, c'est-à-dire les sommes de l'actif du compte du serveur.

Lors de la clôture comptable, le serveur envoie au central un message de balance V-C-BAL\*. Celui-ci contient entre autres :

- le nombre de retraits de billets effectués (pour les ATM seulement),
- le crédit du compte pour les transactions ventilées selon le type des cartes magnétiques qui ont servi aux transactions (BANCONTACT, SHELL...)
- le nombre de billets rechargés lors de la balance dans les cassettes (ATM seulement)
- ...

Lorsque le central reçoit le message V-C-BAL\*, il envoie au serveur un message V-R-BAL. Ce dernier ne signifie rien d'autre qu'une bonne réception par le central, du message V-C-BAL\* que lui a envoyé le serveur.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-C-BAL*	central	+++	serveur	Accounting Balance Command
V-R-BAL	central	---	serveur	Accounting Balance Reply



## E) VALIDATION ET BALANCE DES DEPOTS

Ces messages ne concernent que les distributeurs automatiques de billets. Ces derniers permettent à un client de déposer des enveloppes contenant des billets de banque.

Le client déclare lors de son dépôt la somme qu'il a glissée dans l'enveloppe et joint, à ses billets, un ticket sur lequel est imprimé le montant qu'il a déclaré avoir versé.

L'exploitant du site où est placé l'ATM est chargé de vérifier la correspondance entre le montant inscrit sur le ticket et la somme réellement mise dans l'enveloppe par le client.

A chaque vérification d'une enveloppe, l'exploitant fait émettre par le serveur un message de validation de dépôt V-C-VDE\* qui contient entre autres :

- le numéro identifiant le dépôt à valider,
- la somme versée,
- la somme déclarée,
- ...

Lorsque le central reçoit un message V-C-VDE\*, il envoie à l'ATM un message V-R-VDE. Celui-ci ne signifie rien d'autre qu'une bonne réception, par le central, du message V-C-VDE\* que lui a envoyé le serveur.

Tous les dépôts de billets sont portés au débit d'un second compte bancaire, réservé aux seuls dépôts des clients, que possède le distributeur de billets. L'exploitant du site peut effectuer la balance comptable de cet autre compte de façon analogue à la balance décrite au point III.6.D.

Lors de la clôture du compte, à la demande de l'exploitant, le serveur enverra au central un message de balance des dépôts V-C-BDE\* qui contiendra le montant total des sommes versées depuis la dernière clôture au passif du compte clôturé. Le central enverra alors au serveur un message V-R-BDE sans autre signification qu'une bonne réception par le central du message V-C-BDE\* que lui a envoyé le serveur.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants :

V-C-VDE*	central	+++	serveur	Deposit Validation Command
V-R-VDE	central	---	serveur	Deposit Validation Reply
et				
V-C-BDE*	central	+++	serveur	Deposit Balance Command
V-R-BDE	central	---	serveur	Deposit Balance Reply

## F) DEMANDE DE DECONNEXION

Nous avons déjà parlé plus haut des connexions et des déconnexions. Au risque de nous répéter, nous présentons ici et dans le paragraphe suivant, de façon plus systématique, les messages de déconnexion et de connexion des serveurs.

Le serveur, le concentrateur auquel le serveur pourrait être connecté, ou le central, peuvent demander, pour une raison quelconque, que la liaison entre le serveur et le central ne soit plus exploitée. Ils envoient alors un message de déconnexion.

Le serveur envoie un message de déconnexion V-C-DEC\*. Le concentrateur qui détecte des erreurs répétitives dans sa communication avec le serveur peut envoyer, à la place de ce dernier, un message V-C-DEC\* semblable pour demander au central la déconnexion du serveur. Le central peut enfin envoyer un message de déconnexion V-S-DEC\* pour suspendre l'exploitation de la liaison.

Dans tous les cas, le message contient un numéro identifiant de la raison pour laquelle l'exploitation de la liaison doit être suspendue.

Le central connaît les messages d'application suivants :

V-C-DEC\*    central    +--    serveur    Disconnection Command  
ou alors le message  
V-S-DEC\*    central    --+    serveur    Send a Disconnection

#### G) DEMANDE DE CONNEXION

Lorsque l'exploitation de données entre le central et un serveur est suspendue, ce dernier ne peut qu'envoyer un message de connexion V-C-CON au central. Celui-ci répond en envoyant alors un message V-R-CON (qui peut contenir des informations particulières, pour la gestion des ATM seulement).

Dans le message V-C-CON, nous trouvons un identifiant particulier de la raison pour laquelle le serveur demande sa connexion.

Le central connaît dans l'ordre les messages suivants:

V-C-CON    central    +--    serveur    Connection Command  
V-R-CON    central    --+    serveur    Connection Reply

Nous remarquons qu'après qu'un concentrateur ait été déconnecté, l'exploitation des liaisons de données entre le central et les serveurs reliés au concentrateur est automatiquement suspendue. Dès lors, dès que le concentrateur sera de nouveau on-line, les serveurs demanderont leur connexion au central. Ces phases de connexion successives, dans la mesure où elles surviennent dès la connexion du concentrateur, peuvent fort surcharger une ligne de transmission sur laquelle on rétablit une liaison multipoint avec tous les concentrateurs de la ligne simultanément (après coupure de la ligne de transmission, par exemple).

Les messages V-C-CON et V-R-CON ne sont pas échangés entre le central et un télédataphone. BANCONTACT suppose en effet que la liaison de données entre les deux stations est exploitée dès qu'un circuit de données est établi à travers le réseau commuté.

#### H) INITIALISATIONS

Durant la phase de connexion des PTO et des EFT, le central reçoit de ceux-ci un message de demande d'initialisation V-C-INIT\*. Ce message contient le numéro (1 ou 2) du type d'initialisation que le terminal demande, selon le mode dans lequel ce terminal travaillera ensuite : automatiquement (1), ou sous la surveillance d'un opérateur (2). Par exemple, un gérant automatique de pompe à essence peut travailler en self-service la nuit (1) et obéir aux manoeuvres d'un pompiste le jour (2).

Le central répond facultativement à la demande d'initialisation par un message d'initialisation V-S-INI qui contient les paramètres nécessaires au fonctionnement dans l'un ou l'autre mode. Le terminal répond au central par un message V-O-INI dans lequel il rappelle au central le numéro (1 ou 2) du type d'initialisation qu'il a reçu avec le message V-S-INI.

Enfin, l'initialisation se termine par l'envoi d'un message V-S-EOI\*, seulement enregistré pour les PTO distribuant du carburant avec réduction de prix aux clients. Le message V-S-EOI\* contient le montant des ristournes offertes aux clients.

Le central connaît dans l'ordre les messages d'application suivants:

V-C-INI*	central	+++	serveur	Init Terminal Command
(V-S-INI	Central	---	serveur	Send Terminal Init
V-O-INI	Central	+++	serveur	Confirm Terminal Init)
V-S-EOI*	Central	---	serveur	Send End of Init

#### I) SERVEUR ON-LINE

Les ATM, PTO et EFT envoient un message on-line V-C-ONL\* pour confirmer que la liaison de données établie entre eux et le central, éventuellement via un concentrateur, peut désormais être exploitée.

Ce message contient la date et l'heure à partir desquelles la liaison de données n'a plus été exploitée.

Le central connaît le message d'application suivant :

V-C-ONL*	central	+++	serveur	Terminal On-Line Command
----------	---------	-----	---------	--------------------------

#### J) MESSAGES "A FROID"

Une déconnexion du serveur au central peut survenir à n'importe quel moment, par exemple lorsqu'un serveur vient d'envoyer un message V-C-TRA\* et attend la réponse V-R-TRA du central.

En l'absence de la couche de transport, ce serveur ne dispose pas d'autre moyen que la réception du message V-R-TRA pour être sûr que le message de transaction a bien été reçu par le central.

Parallèlement, un client qui effectue une opération bancaire avec un serveur pourra continuer l'exécution de celle-ci dès que le serveur a obtenu l'autorisation du central (voir point III.6.A). Si le serveur est déconnecté avant de pouvoir envoyer un message de transaction ou un message d'état-carte, il attendra que la liaison soit à nouveau établie pour alors envoyer ses données au central.

La déconnexion survenant avant ou juste après l'envoi d'un message, tel V-C-TRA\*, nécessite donc une (nouvelle) émission de ce message vers le central. Cette émission aura lieu pendant la phase de connexion du serveur, après la demande de connexion et avant l'envoi du message on-line.

Nous appellerons à froid les messages suivants qui sont parfois échangés avant qu'un serveur ne soit on-line: V-C-BAL\* (avec attente de la réponse V-R-BAL du central), V-C-BDE\* (V-R-BDE), V-C-STA\* (V-R-STA), V-C-TRA\* (V-R-TRA), V-C-VDE\* (V-R-VDE).

### III.7 PROTOCOLE DES SERVEURS

#### A) ATM, PTO et EFT

La figure FIII.10 montre les états possibles du protocole d'échange de messages entre le central et un ATM, PTO ou EFT.

Aux états 1 à 8 du système, ces serveurs sont off-line. Ils envoient, à l'état 1, une demande de connexion V-C-CON. Au contraire du message V-C-CON\* du concentrateur, celui-ci n'est pas enregistré dans le logging d'application.

Le passage du système de l'état 1 à l'état 9 constitue la phase de connexion.

En l'état 2, un message V-R-CON du central vers un ATM suffit pour mettre l'ATM on-line. Pour les EFT et les PTO, la phase de connexion est plus longue, avec l'envoi facultatif d'une séquence de messages V-S-INI et V-O-INI et obligatoire de messages V-C-INI\* et V-S-EOI\*. Pour les EFT et les PTO, il est en effet nécessaire d'initialiser certains paramètres (le prix de certains produits par exemple) des appareils avant leur mise en service, ce qui justifie une phase de connexion plus longue.

En l'état 6, des messages à froid peuvent être échangés entre le serveur et le central. Les messages V-C-BDE\*, V-C-VDE\* et leur réponse V-R-BDE et V-R-VDE respective concernent les seuls ATM. Nous avons ajouté la contrainte de correspondance des messages V-C-yyy et V-R-yyy qui manquait dans les schémas BANCONTACT. Il est évident qu'aucun message à froid ne sera envoyé par le serveur si la déconnexion précédente ne s'est pas produite après que le serveur ait envoyé un message V-C-BDE\*/VDE\*/BAL\*/TRA\* ou STA\* et avant de recevoir la réponse correspondante V-R-BDE/VDE/BAL/TRA/STA du central.

Le message V-C-ONL\* correspond au passage on-line du serveur.

Quand un client se présente à un serveur, des messages V-C-INQ et V-R-INQ sont échangés. Selon l'opération effectuée par le serveur, un message V-C-TRA\* (transaction) ou V-C-STA\* (état-carte) sera ensuite généré.

Les messages V-C-BDE\* et V-C-VDE\* avec leurs messages de bonne réception V-R-BDE et V-R-VDE respectifs ne concernent que les ATM et sont générés suite à des demandes de l'exploitant du serveur.

Enfin, des messages de balance V-C-BAL\*, également envoyés à la demande de l'exploitant, et d'état-terminal V-C-STA\* peuvent être envoyés par les serveurs.

A tout moment, le central peut recevoir un message de déconnexion V-C-DEC\* ou requérir par un message V-S-DEC\* la déconnexion du serveur distant. Alors, la liaison entre le serveur et le central n'est plus exploitée et le protocole passe à l'état 1. Pour éviter de surcharger le diagramme, nous avons symbolisé ces survenances par de grosses flèches.

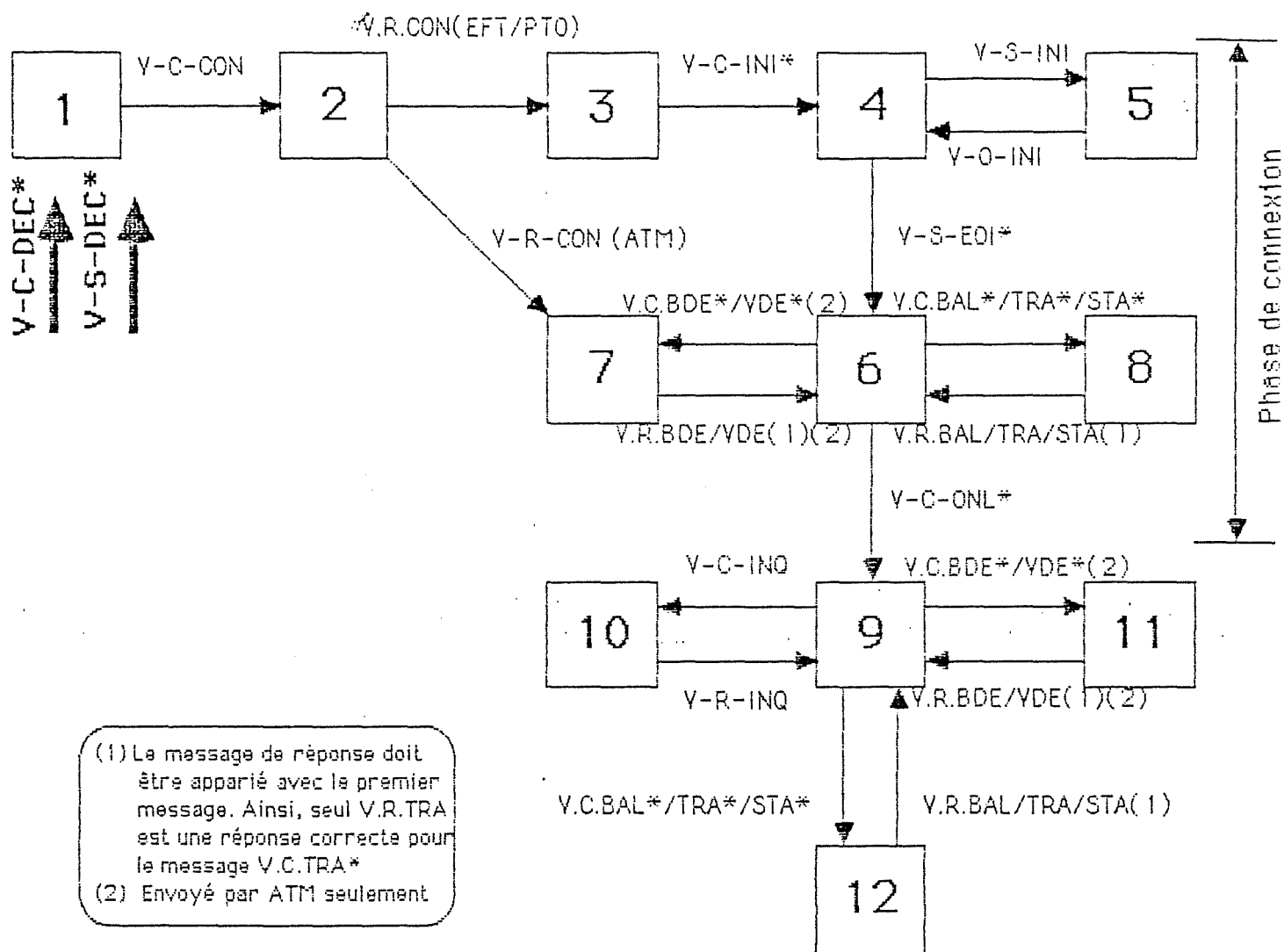


Figure FIII.10 Protocole d'échange des ATM, PTO et EFT.

## B) TELEDATAPHONES

La figure FIII.11 montre les états possibles du protocole d'échange de messages entre le central et un télédataphone.

A l'état 0, il n'y a pas de circuit de données établi entre les deux terminaux. Par numérotation du télédataphone sur le réseau commuté et décrochage du central qui détecte l'appel, un circuit de données est établi et directement exploité. Il n'y a pas d'autre phase de connexion dans ce cas-ci. Le télédataphone est on-line dès que le circuit de données est établi (état 1) et off-line à la libération de celui-ci (état 0).

A l'état 1, des messages à froid peuvent être échangés: V-C-BAL\*/STA\*/TRA\* et leur réponse respective V-R-BAL/STA/TRA.

Le télédataphone sert seulement à envoyer des (demandes de) transaction(s) et des balances de compte (celles-ci envoyées à froid).

Dès lors, après les messages à froid, la demande de transaction V-C-INQ et sa réponse V-R-INQ sont échangés.

L'opération bancaire, si elle a lieu, provoque l'échange d'un message V-C-TRA\* et sa réponse V-R-TRA ou, si elle n'a pas lieu, provoque l'échange d'un message d'état-carte V-C-STA\* et sa réponse V-R-STA.

Ensuite, le circuit de données est libéré.

A tout moment, le central peut recevoir un message de déconnexion V-C-DEC\* ou requérir par un message V-S-DEC\* la déconnexion du serveur distant. Alors, la liaison entre le serveur et le central n'est plus exploitée et le circuit de données est libéré. Le protocole passe à l'état 0. Pour éviter de surcharger le diagramme, nous avons symbolisé ces survenances par de grosses flèches.

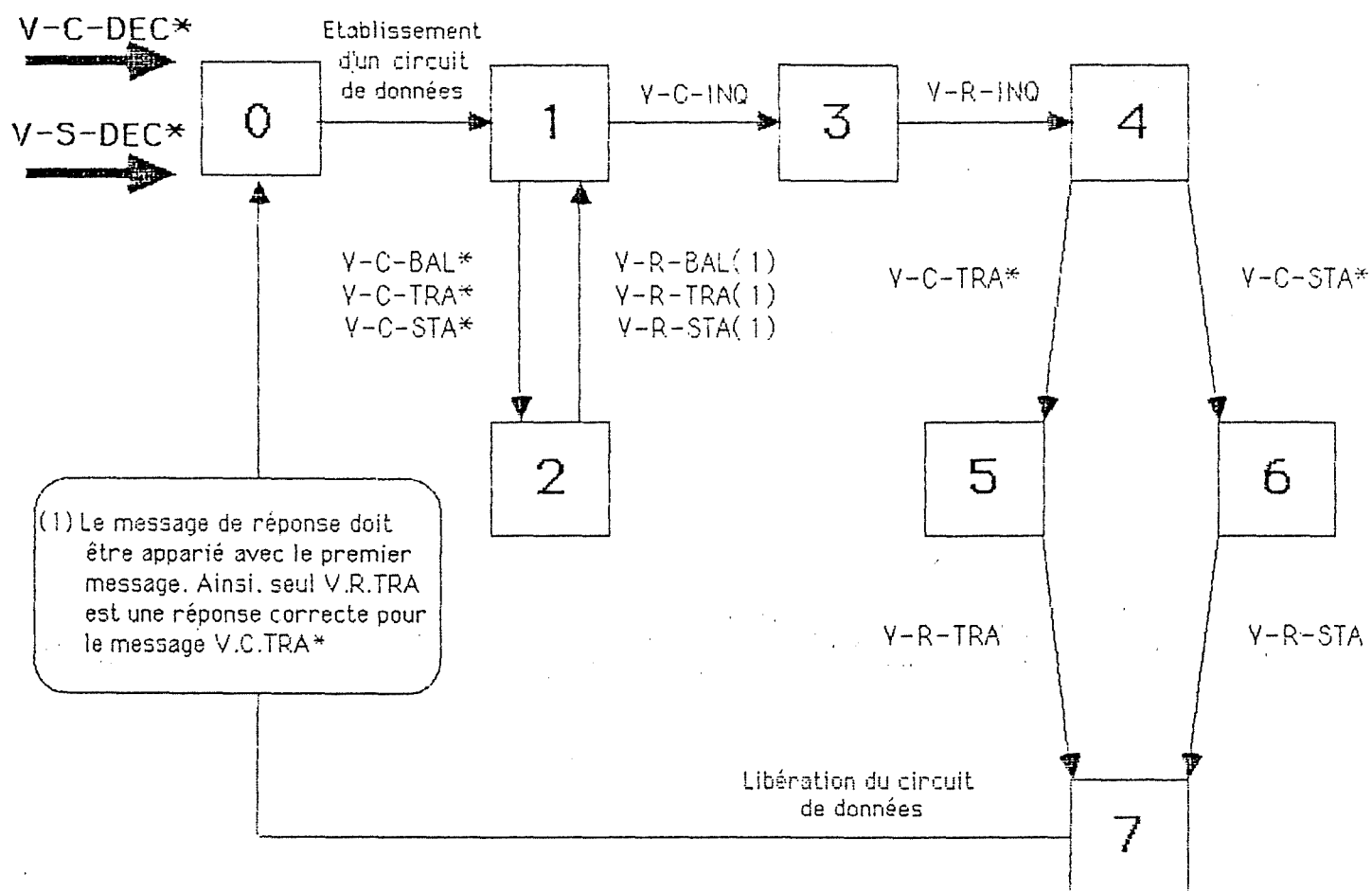


Figure FIII.11 Protocole d'échange des télédataphones

### III.8 MESSAGES MISTER-CASH

Nous avons vu au chapitre II que des messages sont échangés avec le réseau Mister-Cash via le réseau à commutation de paquets DCS.

Ces messages concernent les opérations bancaires effectuées par les possesseurs d'une carte BANCONTACT sur le réseau Mister-Cash. Ces opérations conduisent à l'échange de messages V-C-INQ et V-R-INQ d'abord puis, selon le cas, aux messages V-C-TRA\* et V-R-TRA (si l'opération bancaire a été effectuée) ou aux messages V-C-STA\* et V-R-STA (si l'opération bancaire n'a pas été effectuée: V-C-STA\* est toujours un message d'état-carte).

En outre, le central BANCONTACT connaît deux messages spécifiques à sa liaison avec le réseau Mister-Cash et "permettant une clôture comptable d'un réseau par rapport à l'autre" (Biblio III.2).

Le message V-C-BMB\* envoyé à l'initiative d'un des deux centraux, Mister-Cash (BANCONTACT) par exemple, permet de connaître respectivement "le montant total des opérations avec cartes BANCONTACT (Mister-Cash) sur le réseau Mister-Cash (BANCONTACT) cumulé depuis l'envoi du dernier V-C-BMB\* par le même central."

A ce message V-C-BMB\*, le central récepteur répond par un message V-R-BMB qui n'a d'autre signification qu'une bonne réception du message V-C-BMB\*.

Le central BANCONTACT connaît dans l'ordre les messages d'application suivants:

V-C-BMB*	Mister-Cash balance command
V-R-BMB	Mister-Cash balance reply

Selon le cas, l'un ou l'autre central prendra l'initiative de l'envoi d'un message V-C-BMB\* et attendra la réponse V-R-BMB de la part du central distant.



## CHAPITRE IV

### ETUDES POSSIBLES DU RESEAU

Dans ce chapitre, nous examinons les possibilités de mesure des performances du réseau et les moyens de mettre ces mesures en oeuvre.

La disponibilité, le temps de réponse et le débit du réseau sont les mesures les plus importantes à effectuer sur un système télé-informatique. Ces mesures étant difficiles à réaliser avec les moyens dont nous disposons, nous avons dû envisager d'autres manières d'évaluer le réseau BANCONTACT.

Il n'est évidemment pas très raisonnable de mesurer systématiquement et en permanence toutes les performances du réseau, car les contrôles chargent le plus souvent les unités de traitement au moment de la mesure et/ou au moment de la collecte des résultats.

A l'époque de notre stage, le système central venait d'être installé et les problèmes inhérents à toute mise en route d'un nouvel appareillage empêchaient toute évaluation de performance en temps réel.

Notre action n'était donc possible qu'en temps différé, à partir des données du logging d'application.

Ce dernier n'est bien sûr pas du tout conçu au départ pour effectuer des mesures de performance sur un réseau. Le but du logging d'application de BANCONTACT est essentiellement de garder trace de toutes les opérations bancaires, transactions, balances, etc. effectuées sur le réseau et des incidents relatifs à l'exploitation des terminaux (manque de papier pour tickets, dysfonctionnement du lecteur de cartes magnétiques, etc).

Au long de ce chapitre, nous développerons les concepts importants qui servent ou devraient servir à la gestion du réseau BANCONTACT. Et pour chacun de ces concepts, nous tenterons d'approcher leur étude par les informations que renferme le logging d'application.

Au paragraphe IV.1, nous examinons le concept de "disponibilité" du réseau BANCONTACT. Nous pouvons percevoir ce concept de trois points de vue différents parmi lesquels il n'est possible que d'en développer un seul et de le calculer avec l'aide des informations du logging dont nous disposons.

Au paragraphe IV.2, nous parlons du "temps de réponse" du réseau. Malheureusement, il n'est presque pas possible de calculer le temps de réponse à partir des données du logging.

Au paragraphe IV.3, nous parlons du débit utile du réseau BANCONTACT. Ce débit fut mesuré à l'aide d'appareils appropriés et, nous servant des paramètres obtenus par ces mesures, nous pensons qu'il est possible d'approcher les débits et rendements théoriques des lignes multipoint.

Au paragraphe IV.4, nous discutons de la possibilité d'évaluer la charge du réseau à partir des enregistrements du logging. A l'aide des protocoles du chapitre III et des formules développées au paragraphe IV.3, il est en effet possible de considérer qu'un message de type X enregistré dans le logging correspond à un échange de Y bits sur le réseau.

Au paragraphe IV.5, nous exposons le cadre général de notre travail. Celui-ci consistant en l'évaluation (des performances) du réseau BANCONTACT à l'aide du logging d'application, nous reprenons les idées majeures de travaux qui nous furent proposés lors de notre stage et nous en considérons la possible réalisation.

#### IV.1 DISPONIBILITE

Au cours de notre stage chez BANCONTACT, il nous fut demandé de calculer la "disponibilité du réseau" et "la disponibilité des terminaux" pendant une journée J, disposant du logging d'application de cette journée.

Nous avons effectué une étude préliminaire lors de notre stage dont certains points furent utilisés dans un document officiel de BANCONTACT (Biblio IV.1). Des idées développées dans ces préétudes ont été reprises dans la rédaction de ce paragraphe.

Nous examinons successivement la disponibilité d'un terminal, plus particulièrement la disponibilité "on-line" d'un terminal, les moyens de calculer cette disponibilité, la disponibilité du réseau et enfin l'avenir des concepts dont nous discutons ici.

##### A) DEFINITION DE LA DISPONIBILITE D'UN TERMINAL

Paraphrasant C. MACCHI et J.-F. GUILBERT (Biblio IV.2), la disponibilité d'un terminal "apparaît comme le pourcentage de temps pendant lequel ce terminal est utilisable."

Si nous tentons de cerner de plus près cette définition pour le moins floue, nous sommes amené à distinguer chez BANCONTACT trois notions différentes de la disponibilité d'un terminal, que nous appelons:

- la disponibilité liaison,
- la disponibilité client,
- la disponibilité on-line.

##### a) DISPONIBILITE LIAISON

La disponibilité liaison d'un terminal est le pourcentage de temps durant lequel il existe une liaison de données établie entre le central et ce terminal.

Pour cela, il faut au préalable qu'un circuit de données relie le terminal au central et que les procédures de liaison entre les deux stations permettent l'échange de messages à distance.

Cette notion de disponibilité liaison est, à notre sens, la plus importante si nous nous attachons à l'examen des communications sur le réseau. Elle est en effet le reflet exact de la fiabilité des circuits de données installés (modems et lignes de transmission) et des contrôleurs de communication qui pilotent ces circuits.

Malheureusement, les données du logging ne permettent pas l'examen de la disponibilité liaison. Nous l'avons vu au chapitre III, le logging ne contient aucune donnée sur les procédures de liaison.

Seule l'installation d'appareils de mesure spéciaux (analyseur de performance, datascope...) sur les lignes de transmission permettrait d'obtenir, en temps réel, des indications précises sur la disponibilité liaison des appareils.

Cependant, contrebalançant la précision des mesures que ces instruments offrent, l'abondance et le dépouillement parfois fastidieux des informations qu'ils fournissent sont un obstacle non négligeable à leur emploi régulier.

Une solution intermédiaire, qui pourrait être soumise à l'étude chez BANCONTACT, consisterait à modifier les programmes des concentrateurs et du frontal de façon à connaître avec précision les heures auxquelles les liaisons de données sont établies ou perdues avec les terminaux distants.

Les concentrateurs pour les liaisons point à point avec leurs serveurs et le frontal pour les liaisons multipoint peuvent détecter ces moments avec assez de précision grâce au polling régulier de ces liaisons. Ces instants pourraient faire l'objet de champs particuliers dans certains messages des terminaux.

L'excellente idée de constituer un message des incidents de communication V-O-SHO\* pour les liaisons point à point des concentrateurs est malheureusement peu exploitée par la société. Il apparaît en effet que le central ne demande que sur requête à la console par un opérateur l'envoi de ces messages aux concentrateurs du réseau.

Une solution élégante et peu coûteuse consisterait à forcer l'envoi de ce message par tout concentrateur durant sa phase de connexion. Le choix de ce moment se justifie par le renoncement à un envoi systématique de données occasionnellement nécessaires et par le besoin de relever de temps à autre ces informations.

Il importe à BANCONTACT de trouver un compromis judicieux:

- entre différentes solutions possibles. Parmi elles, et outre celles citées plus haut, nous pouvons proposer par exemple la génération par les contrôleurs de communication de messages particuliers à créer et qui, enregistrés dans des fichiers, serviraient aux statistiques sur le comportement du réseau.
- entre les informations nécessaires dans l'immédiat et plus tard. En effet, il faut beaucoup de temps pour modifier les logiciels des terminaux installés sur le réseau et une décision actuelle implique le plus souvent un très long délai avant sa mise en oeuvre totale. Les prévisions doivent en ce cas être d'autant plus précises.
- entre le volume d'informations à manipuler et la précision des résultats à obtenir.
- entre les différentes façons d'effectuer les mesures. L'intégration de compteurs d'incidents au sein des procédures de liaison peut être entravée par des procédures intégrées dans des "packages" de communication ou partiellement implémentées en hardware, peu aisés à modifier. Les mesures précises qu'offrent les datascope performants, quant à elles, requièrent une interface adéquate entre les systèmes de sonde et les fichiers éventuellement constitués par le central.
- et surtout entre les coûts de développement de ces solutions.

## b) DISPONIBILITE CLIENT

La disponibilité client d'un serveur est le pourcentage de temps durant lequel ce serveur peut effectuer une opération lorsqu'un client se présente à lui. Nous ne pouvons pas envisager la disponibilité client d'un concentrateur.

Il s'agit ici du réseau BANCONTACT considéré non plus d'un strict point de vue communication (disponibilité liaison) mais dans l'optique absolue d'un service à la clientèle.

Il est possible de calculer cette disponibilité en déduisant du temps durant lequel un serveur est on-line les périodes servant aux balances des comptes, aux vérifications des dépôts de clients et aux divers travaux de maintenance de l'appareil.

Mais il faudrait également ajouter les périodes durant lesquelles le serveur est off-line et qu'aucun client ne se présente à lui. Un serveur en panne et dont personne n'a besoin ne manque en effet pas à qui que ce soit et pourrait à la limite être considéré comme disponible.

Le logging ne contient bien sûr pas les informations qui permettraient un tel calcul.

## c) DISPONIBILITE ON-LINE

La disponibilité on-line d'un terminal est le pourcentage de temps durant lequel une liaison de données est exploitée entre ce terminal et le central. On peut dire, plus simplement, qu'elle est le pourcentage de temps durant lequel le terminal est on-line.

Nous avons vu au chapitre III qu'un PTO, un EFT ou un ATM est on-line après l'envoi d'un message V-C-ONL\* et avant connaissance par le central d'un message V-C-DEC\* ou V-S-DEC\*. Pour ces appareils, la disponibilité on-line pourrait donc être calculée à partir des messages d'application enregistrés dans le logging. Nous en parlons au point IV.1.C.

Les télédataphones, eux, se connectent au central au seul moment où ils désirent négocier une opération bancaire et se déconnectent ensuite.

Il serait davantage intéressant de déterminer la disponibilité du système central, c'est-à-dire la capacité de celui-ci à répondre aux appels des télédataphones. Ce système est composé du central et de quatorze modems et contrôleurs pour répondre aux appels du réseau commuté.

Le système de réception des appels du réseau commuté est utilisable quand à tout moment il existe au moins un modem et un contrôleur au fonctionnement correct qui permettent de recevoir un appel d'un télédataphone quelconque.

Il est évident que les seuls enregistrements du logging ne permettent pas le calcul de cette disponibilité.

Un opérateur peut, de temps en temps, effectuer un simple contrôle manuel de l'ensemble. Les moments les plus appropriés à une vérification du nombre de modems sollicités en même temps seraient fournis par le comptage des messages venant du réseau commuté. Celui-ci permettrait de dégager les pointes horaires du réseau et de déterminer les moments auxquels l'existant risquerait d'être saturé.

## B) SIGNIFICATION DE LA DISPONIBILITE ON-LINE D'UN TERMINAL

Que signifie réellement cette disponibilité on-line ?

- La disponibilité on-line d'un terminal est le pourcentage de temps écoulé entre l'émission d'un message V-C-ONL\* et la réception d'un message de déconnexion V-C-DEC\* ou V-S-DEC\*.
- Un terminal est déclaré "on-line" au terme d'une phase de connexion qui peut parfois être longue. Les équipes de test chez BANCONTACT affirment que la phase de connexion d'un ATM peut durer jusqu'à 18 secondes. Nous pouvons donc dire que le temps où un terminal reste on-line n'est pas exactement le temps durant lequel une liaison de données est établie avec le central car il s'est écoulé du temps entre l'établissement du circuit de données et l'échange du message on-line.
- Quand un terminal est on-line, un client PEUT se présenter pour effectuer une opération bancaire. Cependant, il est possible que le client doive renoncer à son opération car le serveur peut être en panne d'une de ses fonctions (cassette de billets vide pour les retraits ou pleine pour les dépôts d'un ATM, par exemple). Il ne s'agit donc pas d'une vraie mise à disposition de l'appareil pour la clientèle, bien qu'une liaison de données soit exploitée avec le central.
- Les messages de déconnexion eux-mêmes V-C-DEC\* et V-S-DEC\* peuvent être envoyés autant pour des causes de défaillance dans la communication (temporisations récurrentes...) que pour des raisons de protocole (les protocoles décrits aux points III.5 et III.7 ne seraient pas respectés) ou sur simple décision du central (par l'envoi d'un message V-S-DEC\*).
- Ni vraiment disponibilité réseau, ni vraiment disponibilité client, la disponibilité on-line d'un terminal est un intermédiaire entre ces deux concepts.
- Nous avons donc construit la définition de cette disponibilité on-line sur base des différents messages véhiculés sur le réseau. Dans cette mesure, ce concept et sa définition peuvent paraître un peu artificiels. Cependant, aux quelques imprécisions susdites près, elle peut être un bon indicateur de la "disponibilité" d'un terminal. Ceci nous a conduit à poursuivre notre examen.

### C) CALCUL DE LA DISPONIBILITE D'UN TERMINAL

Nous entendrons désormais "disponibilité" comme "disponibilité on-line" étant donné que c'est la seule que nous puissions calculer à partir des données dont nous disposons.

Il existe deux moyens de calculer cette disponibilité:

- par une mesure en temps réel qui consiste à enregistrer, à intervalle de temps court et régulier, les identifiants des terminaux on-line et off-line. Cet enregistrement s'effectue au niveau du central qui possède les informations nécessaires. Ensuite, on effectue un traitement batch de la mesure pour en produire les résultats.
- par une mesure en batch à partir des messages on-line et de déconnexion enregistrés dans le logging d'application, laquelle mesure fournit directement les résultats.

#### a) MESURE EN TEMPS REEL

Un système de mesure en temps réel a été adopté par BANCONTACT qui a conçu un ensemble de programmes dédiés à ce traitement.

Dans un premier temps, le système central enregistre très régulièrement (toutes les 20 secondes environ) les identifiants des terminaux on-line et off-line du réseau au moment de l'enregistrement.

Dans un second temps, ces enregistrements particuliers sont traités en temps différé par un programme qui détermine ainsi quel terminal fut on-line pendant quel pourcentage de temps de la journée précédente.

Cette méthode a plusieurs caractéristiques:

- L'objet de la mesure est la disponibilité on-line.
- Les résultats de la mesure sont connus au jour J+1 au plus tôt si la mesure concerne le jour J. Ceci est dommage sachant qu'une partie des programmes a été dédiée spécialement à la mesure en temps réel et ne permet pas de résultat plus rapide qu'avec un traitement batch complet. Sans doute un traitement en temps réel complet, indiquant la disponibilité de tout terminal depuis le début de la journée J par exemple est possible mais trop onéreux. De plus, il serait de toute façon nécessaire d'enregistrer les résultats des mesures pour les exploiter ultérieurement.
- Les enregistrements de la mesure requièrent de nombreuses ressources en espace mémoire pour leur stockage.
- Le traitement batch de ces enregistrements est très lourd. Le volume important des informations à traiter requiert à nouveau de nombreuses ressources.
- Les gros avantages de ce système sont:
  - . la précision de la mesure.  
L'état on/off-line des terminaux est connu en effet à la régularité des enregistrements de la mesure près.
  - . la simplicité du traitement pour la constitution des résultats, qui revient en quelque sorte à compter le nombre d'intervalles de temps de mesure durant lesquels un terminal donné fut on-line.

## b) MESURE EN TEMPS DIFFERE

### Première méthode de calcul

Nous avons vu au chapitre III que les messages V-C-ONL\*, V-C-DEC\* et V-S-DEC\* sont enregistrés, pour tous les terminaux, dans le logging d'application.

Nous savons également qu'un terminal est on-line, par définition, entre le moment auquel il envoie un message V-C-ONL\* et auquel il prend connaissance d'un message de déconnexion.

En principe, il est donc possible de calculer la disponibilité on-line des terminaux à partir de ces messages.

Dans le cas d'un modem en panne, il est évident que les messages V-C-DEC\* ne parvenant plus au central ne peuvent plus être enregistrés dans le logging. Les messages V-S-DEC\* sont, eux, en principe enregistrés dans le logging avant leur envoi sur le réseau (voir point III.3.D). Selon certaines sources chez BANCONTACT, les messages V-S-DEC\* ne seraient pas enregistrés dans le logging pour les terminaux qui, en cas de panne de modem, ne répondent plus au polling du central.

Une autre possibilité d'erreur est qu'on n'enregistre pas dans le logging d'application le moment auquel un terminal est installé ou démonté par des techniciens. Ainsi, un nouveau serveur on-line de 12H00 à 23H59 sera considéré "50% disponible" alors qu'il devrait l'être à 100%, ayant fait preuve, pendant sa première demi-journée, d'un fonctionnement sans faille.

N'ayant pas réussi à obtenir plus de renseignements à ce sujet auprès des personnes autorisées, nous supposons donc que tous les messages on-line et de déconnexion sont enregistrés. Et de ce fait, nous affirmons qu'il est possible de déterminer la disponibilité on-line d'un terminal à partir de l'ensemble des messages du logging d'application.

Notre calcul se base sur le protocole des terminaux décrit au chapitre III. Grâce à ce dernier, nous déterminons qu'un terminal

- est on-line après rencontre dans le logging d'un message V-C-ONL\*, V-O-SEN\*, V-O-SHO\*, V-C-STN\* ou d'un message V-C-TRA\*, V-C-STA\*, V-C-BDE\*, V-C-VDE\* émis "à chaud".
- est off-line après rencontre dans le logging d'un message V-C-CON\*, V-C-INI\*, V-S-EOI\*, ou d'un message V-C-BAL\*/STA\*/TRA\*/BDE\*/VDE\* émis "à froid" ou d'un message V-C-DEC\* ou V-S-DEC\*.

Enfin, lorsqu'un concentrateur se déconnecte, il est nécessaire de supposer que tous les terminaux qui lui sont reliés sont également déconnectés.

Dès lors, même en ignorant l'état initial d'un terminal au début de la période d'examen du logging, il est facile de fixer cet état à partir du premier message concernant ce terminal et enregistré dans le logging.



Nous pouvons ainsi calculer la disponibilité d'un terminal pendant une journée déterminée sur laquelle porte notre examen. Le logging de cette journée ne contient que les messages échangés avec certains terminaux du réseau. Si, pendant la période de notre examen, un terminal n'a échangé aucun message avec le central, nous ne pouvons pas savoir si ce terminal existe. Donc, il ne serait pas possible de déterminer la disponibilité d'un terminal n'ayant émis aucun message pendant cette période sans disposer d'une période d'examen durant laquelle ce terminal a échangé au moins un message ni sans mémoriser, d'une journée à l'autre, l'état on/off-line de ce terminal. Nous estimons que ceci pourrait faire l'objet d'une extension de nos programmes dont nous ne voyons pas pour le moment l'utilité immédiate.

#### Seconde méthode de calcul

Une seconde méthode de calcul consiste à se servir d'un champ particulier du message V-C-ONL\*, qui contient l'heure à laquelle le central a détecté la déconnexion du terminal envoyant ce message V-C-ONL\*.

En collectant tous les messages V-C-ONL\* émis par un terminal pendant une journée, il est donc possible de calculer sa disponibilité.

Cependant, il est nécessaire d'encore tenir compte de la déconnexion éventuelle du terminal à la fin de la journée, avant l'envoi d'un message V-C-ONL\* qui appartiendrait à la journée d'examen suivante.

Dans l'ensemble, cette seconde méthode nous oblige à encore déterminer l'état on/off-line du terminal à partir d'autres données que les seuls messages V-C-ONL\*.

#### Conclusion

Pour répondre aux besoins de BANCONTACT, nous envisageons de calculer la disponibilité des terminaux par un traitement en temps différé correspondant à la première méthode de calcul. Celle-ci nous semble en effet plus homogène, les calculs s'effectuant sur la seule base des protocoles des messages et de l'heure de leur échange sur le réseau.

La comparaison des résultats obtenus par la mesure en temps réel avec celle en temps différé sera sans nul doute instructive. Et à résultats égaux, seule une mesure des performances des deux programmes pourrait alors déterminer la meilleure approche.

# D) CALCUL DE LA DISPONIBILITE DU RESEAU

Nous définissons la disponibilité momentanée du réseau comme le pourcentage de terminaux du réseau qui sont en même temps on-line à un moment déterminé.

Nous définissons la disponibilité du réseau pendant la journée J comme

$$\int_{0H00_J}^{23H59_J} f(t) dt$$

l'intégrale de 0H00 à 23H59 pour la journée J de f(t), disponibilité momentanée du réseau au moment t de la journée J.

Sur la figure FIV.1a, nous voyons la succession dans le temps des messages émis par les terminaux A, B, C et D qui constituent à eux quatre un réseau. Ces messages sont représentés par une barre verticale, sauf une flèche vers le haut pour un message V-C-ONL\* et une flèche vers le bas pour un message de déconnexion. La colonne de gauche donne l'identifiant du terminal, la colonne de droite sa disponibilité pendant la journée J. En abscisse, est représenté le temps, de la journée J-1 à la journée J+1.

En regard de cette figure, la figure FIV.1b donne la disponibilité on-line du réseau en fonction du temps.

Tous les terminaux de la figure FIV.1a émettent au moins un message pendant la période de la mesure. On ne pourrait rien dire sur un terminal qui n'envoie aucun message enregistré dans le logging car, ne disposant alors d'aucune information, il nous est impossible de déterminer si le terminal fut 100% on-line ou 100% off-line pendant la journée J.

De plus, on peut dire que la disponibilité du réseau pendant la journée J fut:

$$0.25 * (0.75 + 1.00 + 0.50 + 0.50) = 0.25 * 2.75 = 0.6875 = 68.75\%$$

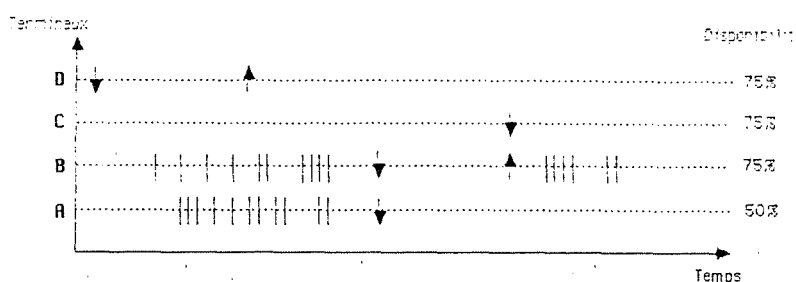


Figure IV.1a Disponibilité des terminaux pour la journée J

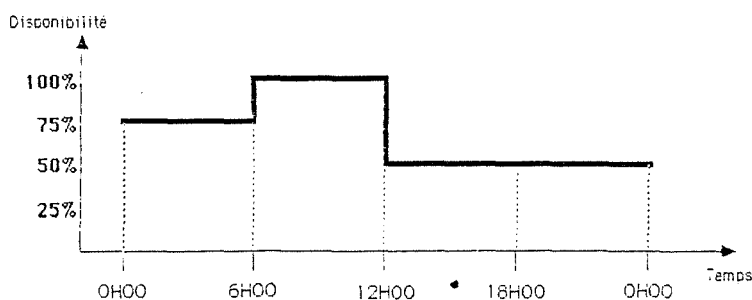


Figure IV.1b Disponibilité du réseau pour la journée J

## E) AVENIR DU CONCEPT "ON-LINE"

Nous avons expliqué ce concept de "on-line" dans les pages précédentes et nous en avons souligné certaines caractéristiques.

Il convient toutefois de noter que BANCONTACT a l'intention, dans un futur proche, d'abandonner ce concept et de ce fait tous les concepts de connexion, déconnexion et les échanges de messages qu'ils impliquent.

Historiquement, ces concepts se justifiaient dans la mesure où les serveurs du réseau BANCONTACT pouvaient initialement travailler en mode off-line. Bien sûr, la non exploitation permanente de la communication avec le central risquait de poser des problèmes de sécurité (emploi de cartes volées, retraits sur des comptes bancaires à découvert...)

BANCONTACT créa alors le système actuel, décrit au chapitre II, qui permettait aux serveurs de travailler off-line seulement quand l'opération voulue avait au préalable été autorisée par le central (par l'échange de messages V-C-INQ et V-R-INQ par exemple).

Cependant, comme nous l'avons souligné plus haut, dans le cas d'un réseau surchargé les probabilités d'une temporisation dans les échanges de messages et donc les risques de déconnexion pour cause de temporisation récurrente augmentent. Evidemment, après déconnexion, l'échange des messages de la phase de reconnexion du terminal n'ajoute qu'à la charge du réseau.

En renonçant à un ancien système et par souci d'améliorer les performances du réseau et de simplifier les protocoles de communication, de ce fait plus aisés à maintenir, BANCONTACT abandonne les concepts de connexion et de déconnexion.

Le changement de protocole des terminaux et des messages véhiculés sur le réseau serait d'ailleurs l'occasion de constituer des messages spécifiques à l'évaluation du réseau (nombre de réémissions ou de temporisations survenues lors des échanges, temps de réponse moyen entre l'envoi d'un message et l'obtention de sa réponse, etc).

Enfin, les connexions et les déconnexions disparaissant, il ne sera évidemment plus possible de calculer la disponibilité on-line des terminaux avec les programmes que nous allons développer, ni en principe avec les programmes de mesure en temps réel. Ceci est l'occasion de souligner à nouveau la nécessité pour BANCONTACT de développer des moyens de mesure intégrés à la communication sur le réseau.

## IV.2 TEMPS DE REPONSE DU RESEAU

Avec l'étude de la disponibilité d'un réseau, celle de l'évaluation du temps de réponse est très importante pour connaître les performances de ce réseau.

Le temps de réponse est "le temps s'écoulant entre l'émission d'un message par un point du système" (serveur par exemple) "et la réception de la réponse après traversée du réseau de transmission par la question, traitement dans le calculateur central et traversée par la réponse" (Biblio IV.3)

Dans son "Cours de Gestion Informatique" (Biblio IV.4), J.-P. CARDINAEL précise qu'il s'agit du temps écoulé entre l'envoi du dernier caractère de la question et la réception du premier caractère de la réponse.

BANCONTACT s'est bien rendu compte de l'importance de ce concept de temps de réponse pour l'évaluation efficace des performances du réseau et a constitué autrefois un champ particulier (qui n'est plus aujourd'hui utilisé que par les ATMs d'un ancien modèle) du message V-C-TRA\* pour y enregistrer deux types de temps de réponse:

- le premier est le temps de réponse écoulé entre l'envoi par l'ATM d'un message V-C-INQ et la réception du message de réponse V-R-INQ.
- le second est le temps de réponse écoulé entre l'envoi d'un message V-C-TRA\* et la réception de sa réponse V-R-TRA.

Les deux temps de réponse sont exprimés en centièmes de seconde.

Pour les autres types de serveurs, le seul moyen de mesure est l'emploi d'un datascope pour examiner les textes véhiculés sur les lignes de transmission.

Il existe pourtant un procédé assez facile à mettre en oeuvre systématiquement. Cette solution est citée par J.-P. CARDINAEL (Biblio IV.4). Elle consiste à créer pour chaque message de question un champ qui contiendrait le temps de réponse calculé par le terminal à la question précédente. Pour la première question, ce champ ne serait pas valide.

Il convient de remarquer que le temps de réponse peut dépendre fortement de l'organisation des traitements au sein du central, de la structure des fichiers consultés au sein de ce système, des méthodes employées pour accéder à ces données, etc. Dès lors, un temps de réponse plus long pour une transaction B effectuée après une transaction A ne signifie pas nécessairement que les performances du réseau sont brutalement chues mais peut-être le traitement de la transaction B a-t-il provoqué de nombreux accès à un fichier ou des opérations spéciales plus coûteuses.

Le temps de réponse n'est donc pas seulement un outil de mesure du réseau, mais bien un critère d'évaluation de l'intégralité du système.

### IV.3 CHARGE, DEBIT UTILE ET RENDEMENTS

#### A) DEFINITIONS

La charge d'un système est définie comme la quantité d'information qu'il traite par unité de temps. Selon les cas, elle s'exprime en bits, caractères ou messages par unité de temps.

Le débit utile d'un système est "la quantité moyenne d'information utile qu'il traite par unité de temps" (Biblio IV.5). Le débit utile maximal est la quantité d'information utile maximale qu'un système est capable de traiter par unité de temps.

Le rendement (resp. utile) est, par définition, le rapport entre la charge (resp. le débit utile) du système et la capacité maximale de traitement de ce système par unité de temps. Le rendement utile maximal est le rapport entre le débit utile maximal et cette même capacité maximale de traitement par unité de temps.

Dans le cas de BANCONTACT, nous considérons les lignes multipoint en tant que "système". Les informations sont les trames véhiculées sur la ligne. Les informations utiles que ces lignes traitent sont les messages (ou blocs de texte) que véhiculent les trames. La capacité maximale de traitement est le débit binaire de la ligne, soit 2400 bits par seconde pour la norme V26.

#### B) MESURE DU DEBIT UTILE

Ici encore, le logging d'application n'est guère approprié pour la mesure du débit utile du réseau.

Un rapport interne à la société BANCONTACT (Biblio IV.6) examine le débit utile du réseau mesuré avec un datascope installé sur les lignes multipoint au central de Bruxelles.

Dans ce rapport, le taux utile est évalué comme "le rapport entre le temps de transmission des données et la somme des temps de transmission de la trame contenant ces données (données plus caractères de commande), des trames de contrôle liées à la transmission de ces données (trames pour polling, ACK etc.) et du temps écoulé sans transmission entre l'échange des trames (temps de traitement des trames par chaque terminal communicant)".

Le taux utile a été mesuré dans le cas exclusif de polling (37.7%) puis dans le cas exclusif de selecting (31.10%).

Le débit utile est évalué comme le produit du débit binaire de la ligne (2400 bits par seconde en V26) avec la moyenne des taux utiles ( $((0.377+0.311)/2 = 34.24\%)$ ), soit un débit utile de 822 bits par seconde.

### C) CALCUL THEORIQUE DU DEBIT UTILE

Comme il est souligné dans le rapport susmentionné (Biblio IV.6), "le débit utile est fonction du nombre moyen de bits de données compris dans un message. Plus celui-ci est grand, meilleur sera le taux et donc le débit utiles."

Cependant, la probabilité d'erreur dans une longue trame est plus élevée que dans une courte et la retransmission de cette longue trame en cas d'erreur sera plus coûteuse.

Il est possible de calculer la longueur optimale d'un bloc de données à transmettre grâce aux formules développées dans le rapport susdit (Biblio IV.6) et dans C. MACCHI et J.-F. GUILBERT (Biblio IV.7). Nous les reprenons ici.

Ces formules présupposent un protocole d'échange des trames simplifié, où toute la séquence d'échange est répétée depuis le début, infiniment si nécessaire, dès qu'une erreur survient à n'importe quel stade de l'échange. Nous avons volontairement omis les développements qui conduisent à chacune de ces formules.

Données:  $t$  = taux d'erreur sur la ligne

$D$  = débit binaire de la ligne

$T$  = temps de gestion de la communication

$x$  = nombre de bits de données à transmettre

$p$  = bits de service (contrôles et commandes) pour données

$q$  = bits de service pour trames de contrôle (ACK, polling...)

Nombre total de bits échangés:

$$X = x + p + q$$

Durée de transmission des données sans erreur:

$$\emptyset = (X / D) + T$$

Probabilité de transmission d'une séquence sans erreur:

$$P = (1 - t)^X$$

Durée de transmission après  $(i-1)$  transmissions erronées et la  $i^{\text{ème}}$  bien déroulée (étape  $i$ ):

$$\emptyset * i \quad \text{avec probabilité} \quad P * (1-P)^{(i-1)}$$

Durée de transmission complète avec possibilité d'erreur:

$$\emptyset' = \emptyset * P \sum_{i=1}^{\infty} i * (1-P)^{(i-1)} = \emptyset / P$$

Débit utile:

$$DU = x / \emptyset'$$

Rendement utile:

$$RU = DU / D$$

Posons  $U = p+q+D \cdot T$

$$DU = \frac{x}{\emptyset/P} = \frac{x P}{(x+p+q)/D + T} = \frac{D x P}{x+U} = \frac{Dx (1-t)^{x+p+q}}{x + U}$$

La longueur de trame optimale annule la dérivée:

$$\frac{\partial DU}{\partial x} = D \frac{P}{(x+U)^2} (x(x+U) \ln(1-t) + U)$$

et cette dérivée s'annule pour:

$$x^* = \frac{1}{2} \left( \sqrt{U^2 - \frac{4U}{\ln(1-t)}} - U \right)$$

Nous pouvons utiliser ces formules pour illustrer un exemple. Nous savons que les lignes multipoint du réseau BANCONTACT ont un débit  $D$  valant 2400 bits par seconde.

En examinant les trames décrites aux points I.4.F et I.4.G, nous voyons que dans le cas d'un polling avec réponse sans erreur de transmission, nous obtenons que  $p$  vaut 72 bits d'encadrement pour la trame de texte et que  $q$  vaut 144 bits pour l'ensemble des trames contrôlant le polling.

Le rapport susmentionné (Biblio IV.6) nous fournit les deux paramètres qui nous manquent. On y trouve en effet que la longueur moyenne des données dans une trame vaut 312 bits. Par ailleurs, il est possible de déduire des résultats des mesures que  $T$  vaut environ 0.160 seconde. Il est enfin usuellement admis que  $t = 10^{-5}$  environ.

On en déduit dès lors que:

$$\begin{aligned} P &= 99.47 \% \\ \emptyset &= (528/2400) + 0.160 = 0.380 \text{ seconde} \\ \emptyset' &= \emptyset / P = 0.382 \text{ seconde} \\ DU &= 312 / 0.382 = 817 \text{ bits par seconde} \\ RU &= 817 / 2400 = 34.03\% \end{aligned}$$

Nous pouvons nous rendre compte combien ces valeurs théoriques sont proches des résultats des mesures effectuées sur le réseau:  $DU = 822$  bits par seconde et  $RU = 34.24\%$ .

La figure FIV.2 montre, dans le cas d'une ligne multipoint du réseau BANCONTACT, avec les paramètres utilisés dans les calculs précédents et les formules développées ci-dessus, les courbes du débit utile en fonction du nombre de bits de données transmis dans les trames échangées sur polling. Les quatre courbes correspondent à des taux d'erreur différents: taux d'erreur nul,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  et  $10^{-3}$ .

De cette figure, nous avons repris quelques valeurs significatives que nous avons reportées dans la table TIV.1.

Cette table donne:

- en première colonne les différents taux d'erreur,
- en deuxième colonne la longueur optimale des données  $x^*$  calculée à partir des formules ci-dessus,
- le débit utile maximal DUM qui est le débit utile pour  $x^*$ ,
- le rendement utile maximal RUM obtenu pour ce même nombre  $x^*$  de bits échangés.

Figure FIV.2 Courbes de débit utile en fonction des données transmises

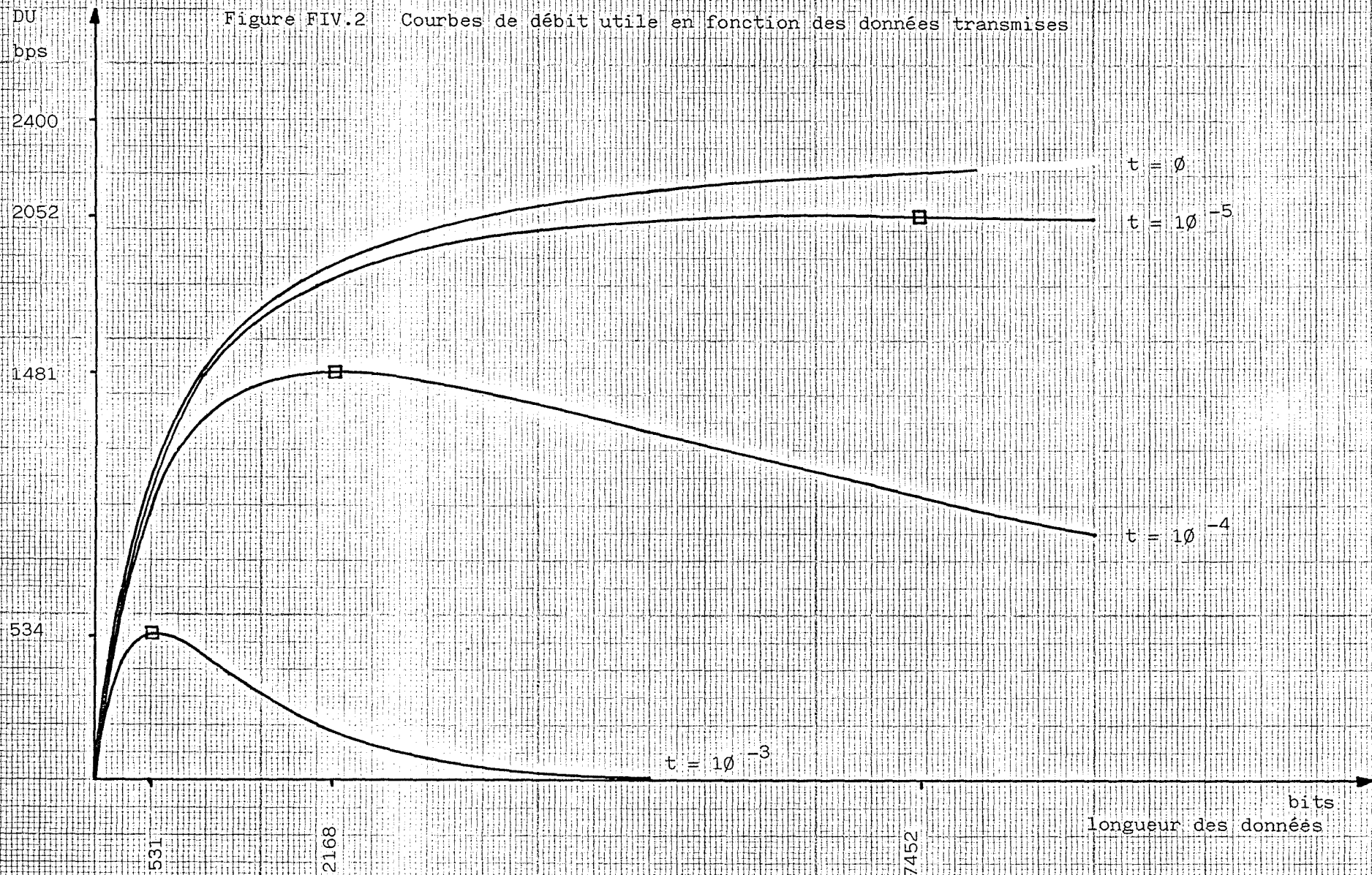




Table TIV.1 Longueurs optimales des blocs de données

Taux d'erreur	Long. optimale	D.U.M.	R.U.M.
$10^{-5}$	infinie	2400 bps	100 %
$10^{-4}$	7452 bits	2052 bps	85.5 %
$10^{-3}$	2168 bits	1481 bps	61.7 %
$10^{-2}$	531 bits	534 bps	22.3 %

D) REMARQUES

Les protocoles du chapitre III nous apprennent que, le plus souvent, à un polling avec réponse correspond un selecting. Par exemple, un message V-C-STN\* est émis par un concentrateur sur polling du central et la réponse V-R-STN à ce message est envoyée au concentrateur par un selecting du central. Il peut dès lors être fait la moyenne des taux utiles de polling et de selecting pour obtenir un taux utile moyen sur la ligne multipoint. C'est ce qui fut fait dans le rapport (Biblio IV.6).

Cependant, il existe des cas, moins nombreux, où à tout message envoyé sur polling ne correspond pas toujours un message envoyé sur selecting. Le protocole des concentrateurs nous apprend en effet que durant la phase de connexion le concentrateur envoie au central, sur polling, un message V-C-CON\* et un message V-C-ONL\* tandis que le central envoie au concentrateur un seul message V-S-CNF. Ces cas semblent toutefois trop peu nombreux pour exiger une moyenne pondérée des taux utiles.

Dans le calcul du débit utile, le rapport (Biblio IV.6) a totalement négligé l'importance des pollings sans réponse. Or, il est évident que ceux-ci interviennent de façon importante et grèvent le débit utile du réseau.

En effet, si nous considérons, par exemple,

- le coût d'un polling sans réponse : 10 bytes,
- le coût d'un polling avec réponse : 50 bytes (40 bytes de données),
- le coût d'un selecting : 50 bytes (40 bytes de données).

Soient 6 pollings dont 5 sans réponse et 1 selecting. Nous obtenons les valeurs suivantes:

- taux utile pour polling avec réponse :  $40 / 50 = 80\%$  (1)
- taux utile pour polling sans réponse :  $0 / (5 * 10) = 0\%$  (2)
- taux utile pour selecting :  $40 / 50 = 80\%$  (3).

Nous calculons la moyenne des taux utiles en ne tenant compte que des pollings avec réponse et du selecting:

(1) et (3) donnent  $(0.80 + 0.80) / 2 = 80\%$

Si nous faisons intervenir les pollings sans réponse, nous obtenons:

Bytes échangés: 40 (polling avec réponse) + 40 (selecting) = 80 bytes

Total polling avec réponse et selecting: 50 bytes + 50 bytes = 100 bytes

Total polling sans réponse :  $5 * 10$  bytes = 50 bytes

Taux utile:  $80 / (100 + 50) = 53.33\%$

Enfin, ainsi qu'il est remarqué dans le rapport, les blocs de données échangés sont de longueurs différentes. Il serait donc souhaitable de calculer le débit utile en fonction de la longueur des données transmises, puis de calculer un débit utile moyen en faisant une moyenne des débits utiles pondérée par la fréquence d'envoi des données des différentes longueurs.

#### IV.4 TRANSACTIONS, MESSAGES ET CHARGE

##### A) TRANSACTIONS

Parmi les différents souhaits de travaux qui pouvaient être effectués sur le logging d'application, Monsieur DEMAERSCHALK, directeur de notre stage chez BANCONTACT, souhaitait connaître le nombre de "transactions" effectuées à partir d'un terminal donné, pendant une période déterminée.

La définition de "transaction" peut être différente selon le point de vue adopté.

En considérant toute transaction comme une opération bancaire demandée par un client, autorisée et effectuée correctement, il suffit de compter les messages V-C-TRA\* enregistrés dans le logging.

Si nous nous plaçons dans l'optique d'une évaluation du réseau et de sa charge, nous ne pouvons raisonnablement pas nous limiter au seul comptage des messages V-C-TRA\* émis par le terminal désigné.

En effet, lorsqu'un client se présente à un serveur, toute demande d'opération correspond à un échange de plusieurs messages avec le central (voir point III.6):

- V-C-INQ et V-R-INQ,  
pour la demande d'autorisation de l'opération,
- V-C-TRA\* et V-R-TRA,  
si l'opération a été correctement effectuée,
- V-C-STA\* et V-R-STA,  
si un incident s'est produit pendant l'opération (message état-carte).

Dans la mesure où nous nous intéressons aux performances du réseau, il convient de considérer comme transaction tout message enregistré dans le logging qui provoque un échange déterminé de données sur le réseau.

##### B) MESSAGES ET CHARGE

Comme nous basons notre étude sur le logging d'application, il est important que nous fassions référence aux protocoles exposés au chapitre III. Ils permettent en effet de déduire les messages vraiment échangés sur le réseau à partir de ceux enregistrés dans le logging.

Il est aussi possible, par les calculs développés au point IV.3.C, de connaître le nombre de bits échangés sur une ligne multipoint pour un message déterminé enregistré dans le logging.

Nous ne nous intéressons pas aux télédataphones ici car l'échange avec le central se produit sur une ligne du réseau commuté dont l'usage est exclusivement réservé à la communication avec le central pendant toute la durée de l'échange. Décrire la charge de la ligne pendant cette durée n'a donc que peu de sens. Il suffit de connaître le nombre de communications provenant du réseau commuté par période de temps pour avoir une évaluation de la charge du système de réception des appels.

Dans le cas d'un ATM, par exemple, nous savons que tout enregistrement V-C-BAL\* du logging implique qu'un message V-R-BAL a également été véhiculé par le réseau.

Le message V-C-BAL\* est envoyé par l'ATM sur polling du central, tandis que le message V-R-BAL, réponse du central au serveur, est envoyé par selecting vers ce dernier. La différence entre les deux modes d'échange est importante car le nombre de bits pour le contrôle et la commande de l'échange est différent dans les deux cas.

Par ailleurs, nous nous souvenons que le frontal convertit les messages d'application en messages à envoyer sur le réseau et inversement. Le format et donc la longueur des messages du réseau varie avec les terminaux auxquels ces messages sont destinés.

Nous avons pu déterminer que le message V-C-BAL\* de l'ATM a une longueur de 22 bytes et que le message V-R-BAL qu'il reçoit en retour est long de 6 bytes. Pour les PTO, ces longueurs sont respectivement 38 et 11, pour les EFT elles sont 38 et 13.

Considérons l'échange d'un message de balance entre le central et un ATM. Nous savons par les protocoles du point III.6 qu'un message V-C-BAL\* enregistré dans le logging correspond à un message V-C-BAL\* et un message V-R-BAL échangés sur le réseau. Les chapitres I et III nous apprennent que ces messages sont échangés sur polling et sur selecting respectivement.

Nous savons qu'un message V-C-BAL est long de 22 bytes (soit 178 bits) et que l'échange sur polling coûte 216 bits ( $p=72$ ,  $q=144$ ), V-R-BAL est long de 6 bytes (soit 48 bits) et l'échange sur selecting coûte 248 bits ( $p=72$ ,  $q=176$ ).

Selon les formules développées au point IV.3.C, nous trouvons que lorsque  $X$  vaut 394 bits pour V-C-BAL\* et 296 bits pour V-R-BAL,  $\emptyset$  vaut alors respectivement ( $t=10^{-5}$ ,  $T=0.16$ ) 0.325 seconde et 0.284 seconde. Multipliées par le débit binaire de la ligne de transmission ( $D$  vaut 2400 bits par seconde), ces durées valent respectivement 779 bits et 682 bits.

En résumé, connaissant tous les paramètres exposés au point IV.3.C, le nombre de bits ( $p$  et  $q$ ) nécessaires à l'échange sur polling ou selecting et les formules développées plus haut, il est possible de déduire que:

- pour un ATM, V-C-BAL* vaut 779 bits	
- pour un ATM, V-R-BAL vaut 682 bits	total = 1461 bits
- pour un PTO, V-C-BAL* vaut 909 bits	
- pour un PTO, V-R-BAL vaut 722 bits	total = 1631 bits
- pour un EFT, V-C-BAL* vaut 909 bits	
- pour un EFT, V-R-BAL vaut 739 bits	total = 1648 bits

Nous en avons alors déduit la table TIV.2 où nous trouvons:

- en col 1 le nom du message enregistré dans le logging,
- en col 2 le nom des messages qui ont circulé dans le réseau,
- en col 3 la longueur (bytes) de ces messages et le mode de l'échange (P=Polling, S=Selecting),
- en col 4 le nombre de bits nécessaires à l'échange du message de la colonne 2,
- le nombre total de bits échangés sur le réseau pour le message enregistré dans le logging (col 1).

Cette table permet d'avoir une bonne approximation de la charge du réseau correspondant à tout message enregistré, aux remarques exposées plus haut, lors du développement de nos formules (voir point IV.2.D) près.

Enfin, nous avons expliqué au point III.6.J que certains messages peuvent être échangés "à froid". C'est ce qui se passe, par exemple, lorsqu'un retrait de billets à un ATM est autorisé et que, juste après autorisation (réception du message V-R-INQ envoyé par le central), l'ATM se déconnecte. La transaction effectuée par le client sera émise par l'ATM vers le central pendant la phase de reconnexion de l'ATM et un message V-C-TRA\* sera enregistré dans le logging. Il nous est difficile de tenir compte de la scission de la charge (V-C-INQ et V-R-INQ avant la déconnexion, V-C-TRA\* et V-R-TRA pendant la phase de connexion par exemple) car la déconnexion peut survenir à différents moments de l'échange et qu'il nous est impossible de déterminer ce moment avec précision. Lors de nos calculs, nous reporterons toute la charge du réseau liée à un enregistrement du logging au moment où ce message fut enregistré dans le logging.

Table TIV.2 Correspondance message enregistré et charge sur réseau

Message EFT	sur réseau	texte	charge	total
V-C-BAL*	V-C-BAL*	38(P)	909	
	V-R-BAL	13(S)	739	1648
V-C-ONL*	V-C-CON	4(P)	634	
	V-R-CON	8(S)	698	
	V-C-INI*	5(P)	642	
	V-S-INI			
	ini=0 (1)	4(S)	666	4614
	ini=1 (1)	45(S)	998	4946
	ini=2 (1)	20(S)	795	4743
	V-O-INI	4(P)	634	
	V-S-EOI*	6(S)	682	
	V-C-ONL*	7(P)	658	
V-C-TRA*	V-C-INQ	24(P)	795	
	V-R-INQ	49(S)	1031	
	V-C-TRA*	49(P)	998	
	V-R-TRA	7(S)	690	3514
V-C-STA* carte	V-C-INQ	24(P)	795	
	V-R-INQ	49(S)	1031	
	V-C-STA*	37(P)	901	
	V-R-STA	7(S)	690	3417
V-C-STA* terminal	V-C-STA*	29(P)	836	
	V-R-STA	7(S)	690	1526
V-C-DEC*	V-C-DEC*	24(P)	795	795
V-S-DEC*	V-S-DEC*	4(S)	666	666
Message PTO	sur réseau	texte	charge	total
V-C-BAL*	V-C-BAL*	38(P)	909	
	V-R-BAL	11(S)	722	1631
V-C-ONL*	V-C-CON	4(P)	634	
	V-R-CON	8(S)	698	
	V-C-INI*	5(P)	642	
	V-S-INI			
	ini=0 (1)	4(S)	666	4856
	ini=1 (1)	45(S)	998	5188
	ini=2 (1)	20(S)	795	4985
	V-O-INI	4(P)	634	
	V-S-EOI*	30(S)	876	
	V-C-ONL*	13(P)	706	
V-C-TRA*	V-C-INQ	45(P)	966	
	V-R-INQ	52(S)	1055	
	V-C-TRA*	49(P)	998	
	V-R-TRA	7(S)	690	3709
V-C-STA* carte	C-INQ/R-INQ		2021	
	V-C-STA* (2)	48(P)	990	3701
	V-C-STA* (3)	37(P)	901	3612
	V-R-STA	7(S)	690	

Table TIV.2 (suite)

V-C-STA*	V-C-STA* (2)	48(P)	990	1680
terminal	V-C-STA* (3)	29(P)	835	1525
	V-R-STA	7(S)	690	
V-C-DEC*	V-C-DEC*	24(P)	1795	1795
V-S-DEC*	V-S-DEC*	4(S)	666	666
Message ATM	sur réseau	texte	charge	total
V-C-ONL*	V-C-CON	19(P)	755	
	V-R-CON	39(S)	950	
	V-C-ONL*	11(P)	690	2395
V-C-TRA*	V-C-INQ	30(P)	844	
	V-R-INQ	72(S)	1218	
	V-C-TRA*	50(P)	1006	
	V-R-TRA	10(S)	714	3782
V-C-STA*	V-C-INQ	30(P)	844	
carte	V-R-INQ	72(S)	1218	
	V-C-STA*	57(P)	1063	
	V-R-STA	10(S)	714	3839
V-C-STA*	V-C-STA*	57(P)	1063	
terminal	V-R-STA	10(S)	714	1777
V-C-BAL*	V-C-BAL*	22(P)	779	
	V-R-BAL	6(S)	682	1461
V-C-BDE*	V-C-BDE*	22(P)	779	
	V-R-BDE	6(S)	682	1461
V-C-VDE*	V-C-VDE*	52(P)	1022	
	V-R-VDE	10(S)	714	1736
V-C-DEC*	V-C-DEC*	12(P)	698	698
V-S-DEC*	V-S-DEC*	12(S)	731	731
Message KON	sur réseau	texte	charge	total
V-C-ONL*	V-C-CON*	6(P)	650	
	V-S-CNF	89(S)	1357	
	V-C-ONL*	88(P)	1316	3323
V-O-SHO*	V-S-SHO	8(S)	698	
	V-O-SHO*	48(P)	990	1688
V-O-SEN*	V-S-SEN	27(S)	852	
	V-O-SEN*	88(P)	1316	2168
V-C-STN*	V-C-STN*	88(P)	1316	
	V-R-STN	7(S)	690	2006
V-C-DEC*	V-C-DEC*	28(P)	828	828
V-S-DEC*	V-S-DEC*	9(S)	706	706

(1) Quand plusieurs séquences possibles de messages véhiculés sur le réseau correspondent à un même message d'application, le total est donné en regard de chaque variante.

La longueur du message V-S-INI dépend ici du paramètre d'initialisation, champ du message V-C-INI\*.

(2) Pour PTO du constructeur Cable Print seulement.

(3) Pour les autres PTO.

#### IV.5 CADRE GENERAL DU TRAVAIL

Lors de notre stage chez BANCONTACT, nous avons été confronté à deux types de demandes très différents:

- évaluation des performances du réseau,
- aide à la gestion du réseau.

Par ailleurs, nous devions également rencontrer certaines contraintes.

##### A) EVALUATION DES PERFORMANCES DU RESEAU

Parmi les multiples souhaits auxquels nous avons dû répondre, nous avons trouvé:

###### a) TRANSACTIONS

Le but essentiel étant de dégager, de façon systématique, les pointes horaires et journalières du réseau, il nous fut demandé de compter les "transactions", quart d'heure par quart d'heure, émises par les terminaux, transitant par les concentrateurs, et arrivant au central via les lignes multipoint.

De cette façon, il serait possible de reconnaître les pointes du réseau à certaines heures de la journée, le dernier ou le premier vendredi du mois, des "moments forts" connus par expérience, pendant les périodes de fin d'année, sur certaines lignes multipoint ou sur certains concentrateurs, etc.

Grâce aux protocoles du chapitre III, nous savons que pour tout message V-C-TRA\* le réseau a véhiculé un message V-C-INQ, V-R-INQ, V-C-TRA\* et V-R-TRA. Si nous fournissons le nombre de messages V-C-TRA\*, nous éviterons de donner le nombre de messages V-C-INQ, V-R-INQ ou V-R-TRA qui seraient des résultats redondants. Il nous a semblé alors nécessaire de ventiler les messages en différentes catégories:

- V-C-TRA\*, qui impliquent les échanges V-C-INQ, V-R-INQ et V-R-TRA,
- V-C-STA\*, état-carte, qui impliquent les messages V-C-INQ, V-R-INQ et V-R-STA,
- V-C-STA\*, état-terminal, qui implique le message V-R-STA,
- V-C-BAL\* qui implique le message V-R-BAL,
- V-C-VDE\* qui implique le message V-R-VDE,
- V-C-BDE\* qui implique le message V-R-BDE,
- V-C-ONL\*, ainsi que les messages V-C-INI\* et V-S-EOI\* qui impliquent ensemble l'exécution d'une phase de connexion. Nous ne tiendrons compte que des messages V-C-ONL\* pour déterminer l'exécution d'une phase de connexion d'un serveur,
- V-C-STN\* qui implique le message V-R-STN,
- V-C-BMB\* qui implique le message V-R-BMB,
- V-C-DEC\* ou V-S-DEC\* qui implique une déconnexion,
- V-O-SHO\* qui implique le message V-S-SHO,
- V-O-SEN\* qui implique le message V-S-SEN,
- le message V-C-CON\*, seulement enregistré pour les concentrateurs, qui implique une phase de connexion. Cette phase de connexion, et la charge qu'elle génère sur le réseau, sont comptés à partir des messages V-C-ONL\*, comme pour les serveurs.

L'évaluation de la charge à partir de tous ces messages comptés quart d'heure par quart d'heure pour chaque terminal, avec sommation par concentrateur puis sommation pour tous les concentrateurs d'une ligne multipoint, fournit des résultats très abondants et, nous semble-t-il, difficiles à exploiter.

Il peut être intéressant de connaître rapidement les terminaux et les concentrateurs qui sont le plus souvent sollicités. Dans ce cas, le comptage de tous les messages des diverses catégories sur l'ensemble de la journée examinée devrait suffire.

Pour dégager les pointes de trafic à des heures déterminées, une visualisation de la charge, quart d'heure par quart d'heure pour chaque ligne multipoint, avec sommation pour l'ensemble du réseau ensuite, nous paraît plus utile. Cette charge peut être calculée par la somme, tous les quarts d'heure, du nombre de bits véhiculés sur les lignes et sur le réseau et qui correspondent aux messages enregistrés dans le logging.

Nous nous sommes donc arrêtés à ces idées que nous développons plus en avant dans le chapitre V.

#### b) DISPONIBILITE

Nous avons montré au point IV.1 qu'il est possible d'approcher la disponibilité on-line d'un terminal à partir des enregistrements du logging.

Cette disponibilité donnée jour par jour pour tout terminal ayant émis au moins un message pendant la journée considérée nous semble suffisante pour évaluer la qualité de la transmission entre le central et ce terminal et détecter les problèmes récurrents que pourrait rencontrer le terminal considéré.

#### c) TEMPS DE REPONSE

Un bon indice des performances du central et du réseau en fonction du temps reste le temps de réponse. Nous pouvons déterminer un temps de réponse moyen pour les demandes d'autorisation d'opération (V-C-INQ / V-R-INQ) et les transactions (V-C-TRA / V-R-TRA).

Malheureusement, le temps de réponse n'est disponible que pour des ATMs d'un modèle ancien. Seul l'examen des résultats, à la fin de la rédaction de nos programmes, permettra de déterminer si l'ensemble des données récoltées est suffisant pour en tirer des valeurs significatives. En attendant, nous n'envisageons que de calculer le temps de réponse moyen, quart d'heure par quart d'heure, pour l'ensemble du réseau BANCONTACT.



#### d) DEMARRAGE D'UNE LIGNE MULTIPPOINT

L'idée fut émise d'examiner le "démarrage d'une ligne multipoint", c'est-à-dire la succession des messages de demande de connexion des concentrateurs connectés à la ligne, la phase de connexion de ceux-ci, puis les concentrateurs étant connectés au central, la succession des phases de connexion des terminaux.

Cet examen pourrait être intéressant car il existe sans doute des terminaux qui se déconnectent, faute de recevoir à temps les messages qu'ils attendent pendant leur phase de connexion (time-out récurrent), suite à d'éventuelles surcharges de la ligne par exemple.

Bien sûr, cette demande ne peut pas être satisfaite avec les seules informations que nous fournit le logging. Seuls quelques messages de la phase de connexion sont enregistrés, et encore! L'inadéquation du logging à ce genre d'examen est totale et seule l'analyse, fastidieuse à cause du volume d'informations à traiter, au moyen d'un datascope aurait été possible.

Lors de notre stage chez BANCONTACT, l'achat de ces outils performants n'avait pas encore été décidé.

#### B) AIDE A LA GESTION DU RESEAU

Lors de notre stage, d'autres départements de BANCONTACT que celui pour lequel nous travaillions directement nous avaient soumis diverses demandes parmi lesquelles on souhaitait connaître:

- les montants des balances de chaque terminal,
- les périodes de temps durant lesquelles un ATM voyait sa fonction la plus importante, "retrait de billets", indisponible,
- les serveurs auxquels il manquait du papier pour l'impression de leur journal ou desquels la cassette de billets (ATM) était vide. Ceci permet de savoir si la personne qui assure la surveillance et l'entretien courant du serveur à l'endroit où il est installé effectue son travail correctement (les programmes traitant de ces demandes ont été développés depuis notre stage chez BANCONTACT),
- la fidélité des clients BANCONTACT à leur région. Ainsi, il est possible de savoir, par le numéro de compte bancaire associé à la carte magnétique d'un client, où celui-ci est possesseur de son compte en banque. Et il est également possible de connaître dans quels terminaux il utilise sa carte.

Ces requêtes sont sans nul doute intéressantes mais sortent du contexte de l'évaluation des performances du réseau, but initialement poursuivi. Dans certains cas, elles demandent le développement d'une application à part entière et sortent dès lors du cadre de ce mémoire.

### C) CONTRAINTES

La contrainte majeure à laquelle nous restons confronté est l'emploi obligé des données restreintes du logging pour évaluer les performances du réseau BANCONTACT.

Le seul comptage des transactions ne suffit pas pour évaluer de façon précise la charge du réseau à des moments déterminés de la journée. Les mesures effectuées à l'aide de datascope et dont nous avons parlé plus haut ont cependant fourni des paramètres indispensables à une approche plus théorique de la charge des lignes à partir des enregistrements du logging. L'idéal serait de disposer d'informations plus précises sur les incidents de communication (réémissions et temporisations) qui surviennent au niveau de la couche de liaison et qui permettent un calcul plus précis du coût réel, en bits, du transit d'un message par le réseau.

Actuellement, ce projet est en développement chez BANCONTACT.

Par ailleurs, un feed-back des résultats théoriquement obtenus à l'examen du logging, par de nouvelles mesures au moyen d'un datascope, permettraient d'adapter de façon plus fine les résultats que produiraient nos programmes.

Le logging n'est pas une trace de tous les événements qui se sont déroulés sur le réseau. Certes, il permet de satisfaire, au prix d'une analyse, que nous n'avons pas approfondie, des demandes, des requêtes du genre de celles que nous avons regroupées au point IV.5.B ("aide à la gestion du réseau"), mais il ne permet absolument pas l'analyse des événements survenant lorsque les terminaux d'une ligne multipoint tentent de se connecter ensemble, par exemple.

De plus, nos programmes dépendront d'un enregistrement fiable des données dans le logging. Lors de notre stage, il fut une période durant laquelle les messages de déconnexion des terminaux n'étaient plus enregistrés. Bien sûr, certaines fonctions développées dans nos programmes ne peuvent plus fournir de résultats corrects (la disponibilité de ces terminaux dans l'exemple qui nous occupe) dans ces cas.

Toutes ces considérations nous ont conduit à l'analyse fonctionnelle du chapitre V.

## CHAPITRE V

### SPECIFICATIONS DE NOTRE PROGRAMME

Toute l'étude du réseau BANCONTACT et les discussions que nous avons eues avec les responsables de notre stage nous ont conduit aux spécifications du programme que nous présentons ici.

Nous nous sommes limités à un ensemble de fonctions peut-être restreint. Mais il nous semblait plus important de mener un projet de qualité à terme que de développer un projet de plus grande envergure sans que celui-ci ne fournisse de résultats tangibles. Il nous était en effet difficile de mener à bien l'ensemble des buts que nous nous étions initialement tracés.

Au paragraphe V.1, nous examinons les lignes directrices du projet, les objectifs à atteindre, la qualité des informations qu'il nous était possible de fournir compte tenu de nos études préliminaires développées au chapitre IV et de l'efficacité des moyens possibles pour atteindre nos objectifs.

Au paragraphe V.2, nous formalisons les informations que fournit le logging et dont nous avons besoin pour produire les résultats de nos programmes.

Au paragraphe V.3, nous décrivons succinctement les fonctions de notre programme. Nous en donnons la description des données reçues en entrée et fournies en sortie.

## V.1 LIGNES DIRECTRICES DU PROJET

Les lignes directrices du projet ont été déterminées par plusieurs considérations:

- les objectifs à atteindre par la société BANCONTACT, qui nous ont conduit à déterminer les informations dont la société manque,
- la contrainte majeure à laquelle nous devons faire face pour constituer au mieux ces informations,
- la qualité des informations fournies,
- l'efficacité des moyens mis en oeuvre pour obtenir ces informations, en celle-ci compris la lisibilité des résultats et la facilité d'emploi des programmes exécutables.

### A) OBJECTIFS A ATTEINDRE

#### a) DISPONIBILITE DES TERMINAUX

Le calcul de la disponibilité des terminaux est important car il peut être un bon indicateur de problèmes récurrents d'un serveur sur une liaison point à point avec un concentrateur, d'un concentrateur sur une ligne multipoint, etc.

De même, le nombre de messages de déconnexion et de phases de connexion comptés pour un même terminal pendant une journée peut être un bon indicateur de problèmes.

Nous noterons cependant que les problèmes peuvent avoir différentes origines et que nous ne nous attarderons pas dans nos programmes à différencier:

- les ennuis de communication: réémissions et temporisations récurrentes qui justifient parfois une déconnexion,
- le non respect des protocoles décrits au chapitre III,
- les graves problèmes hardware du terminal concerné.

#### b) TEMPS DE REPONSE

Nous avons développé au point IV.2 le concept de temps de réponse. Par cet examen, nous savons qu'il est possible de donner, quart d'heure par quart d'heure pour l'ensemble du réseau le temps de réponse moyen pour les demandes d'autorisation d'opération bancaire (V-C-INQ / V-R-INQ) et pour les transactions (V-C-TRA\* / V-R-TRA).

Etant donné le faible nombre de terminaux encore capables de fournir cette information (les ATMs de modèle ancien), il est attendu que les données intervenant dans la moyenne seront peu nombreuses. Nous espérons que cela ne nuira pas à la qualité des résultats.

Ce temps de réponse sera fourni en regard de la charge estimée du réseau, également fournie quart d'heure par quart d'heure.

### c) RENDEMENT DES LIGNES

Au début de notre stage, le souci majeur de BANCONTACT était de connaître les moments de la journée auxquels le réseau risquait le plus d'être surchargé.

Un moyen aisé d'évaluer la charge du réseau est de déterminer le nombre de transactions qui sont traitées par le central par unité de temps.

Nous avons fixé au point IV.4 que nous entendons par "transaction" tout message enregistré dans le logging qui provoque un échange déterminé de données sur le réseau.

D'autre part, le comptage des messages enregistrés permet, grâce aux protocoles du chapitre III, de déterminer quels sont les messages qui ont transité sur le réseau. Ainsi, pour un message enregistré V-C-TRA\*, le réseau a véhiculé les messages V-C-INQ, V-R-INQ, V-C-TRA\* et V-R-TRA.

Nous éviterons de produire en sortie de nos programmes le nombre de messages V-C-INQ, V-R-INQ et V-R-TRA qui, pour notre exemple, seraient un résultat redondant.

Pour connaître son évolution, il nous semble suffisant de donner la charge du réseau, ligne multipoint par ligne multipoint, ainsi que pour l'ensemble du réseau, et quart d'heure par quart d'heure. Cette charge serait déterminée en comptant le nombre de bits transitant par la ligne pour conduire à un enregistrement du logging, conformément à la table TIV.2 exposée au chapitre IV.

Le débit binaire d'une ligne multipoint est 2400 bits par seconde, soit 264 KBytes par quart d'heure. En divisant le nombre de bits véhiculés par la ligne pendant un quart d'heure par 264 KBytes, on obtient le rendement de la ligne pour la période d'un quart d'heure donnée. Exprimé en pourcentage et produit sous forme graphique, ce résultat peut être très utile pour visualiser immédiatement les pointes horaires du réseau.

### d) MESSAGES EMIS PAR LES TERMINAUX

Certains serveurs connaissent un nombre plus élevé de clients que d'autres et envoient donc un nombre plus important de messages vers le central.

Lorsque nous déterminions un avant-projet de notre travail, il fut souhaité que tous les messages émis/reçus par tous les terminaux soient comptés quart d'heure par quart d'heure. Les résultats de ces comptes auraient été stockés dans une base de données consultable ensuite pour effectuer des regroupements de terminaux, compter les messages envoyés par ces groupes et par tranches horaires, en cumulant les périodes d'un quart d'heure, etc.

Des discussions poussées plus avant nous ont permis de déterminer que:

- il existait de très nombreuses difficultés de réalisation de ce projet, tenant essentiellement lieu à la configuration parfois changeante du réseau BANCONTACT, aux informations contenues dans le logging et qui nécessitaient la définition d'un projet à jamais compatible avec des versions ultérieures du logging et enfin à la maintenance, impossible faute de ressources suffisantes alors, qu'il faudrait assurer pour un projet de grande envergure.
- que l'usage principal de ces informations était l'"équilibre" du réseau. Le but poursuivi était d'éviter le groupement de tous les terminaux qui échangent le plus de messages avec le central sur le même concentrateur ou sur la même ligne multipoint. Ceci permet de prévenir les surcharges du réseau en ces points et surtout d'assurer une plus grande fiabilité du réseau, laquelle serait mise en péril par une panne d'un point fortement sollicité du réseau.

Il nous semble dès lors suffisant de fournir pour une journée considérée le nombre de messages émis par les terminaux. On calculera la somme de ces messages par concentrateur auquel les terminaux pourraient être reliés et la somme des messages pour la ligne multipoint à laquelle concentrateurs et terminaux seraient reliés.

Ceci nous semble suffisant pour faire ressortir les inégalités entre les terminaux reliés à un même concentrateur, les inégalités entre le nombre de messages relayés par les concentrateurs d'une ligne multipoint et enfin les inégalités de charge entre les lignes multipoint elles-mêmes.

#### e) AUTRES DEMANDES

Nous avons vu au chapitre IV que d'autres demandes de développement de programmes ont été proposées.

Lors de notre stage chez BANCONTACT, nous avons été intégré à l'équipe de mesures de performances du réseau. Il nous semblait peu approprié de répondre aux demandes d'outils de gestion que ne pouvaient satisfaire d'autres départements de BANCONTACT.

Enfin, certaines demandes relatives aux performances du réseau ne pouvaient manifestement pas être satisfaites à partir des informations que renferme le logging d'application.

#### f) EN RESUME

Il fut souhaité de connaître:

- le temps de réponse du réseau,
- la disponibilité d'un terminal pendant une journée,
- le nombre de messages envoyés par les terminaux pendant cette même journée, le total de ces messages par concentrateur et par ligne multipoint,
- le rendement de chaque ligne multipoint, quart d'heure par quart d'heure.

## B) CONTRAINTE: L'EMPLOI DU LOGGING

Plusieurs façons d'analyser le réseau sont envisageables:

- une vision totalement rétroactive,
- une vision en temps réel,
- une vision en temps différé.

Dans une approche totalement rétroactive, il fut envisagé d'examiner tous les événements enregistrés durant les six derniers mois et d'évaluer ensuite la disponibilité des terminaux, le nombre de messages qu'ils avaient émis, etc.

Cette approche comporte plusieurs inconvénients:

- la structure des données enregistrées dans le logging fut souvent modifiée et, lors de notre stage, elle venait d'être radicalement changée. Ceci signifiait bien sûr une maintenance plus lourde à assumer mais attirait notre attention sur l'importance d'une architecture de programme assez étanche pour éviter ultérieurement des remaniements profonds de nos programmes en cas d'évolution du logging.
- les informations retirées de l'analyse seraient obsolètes. Nos observations pouvaient être utiles pour voir l'évolution du réseau et établir les bases de prévision du développement du réseau mais cette dernière est parfois si rapide (le volume des opérations bancaires est en continuelle croissance) que des chiffres de six mois n'ont en eux-mêmes guère plus de signification.
- la nécessité, à l'époque de notre stage, de relire d'anciennes bandes magnétiques était entravée par un service d'exploitation déjà surchargé de travail. Ce manque de ressources humaines, capables au maximum de restaurer en un week-end les données de deux ou trois jours du logging archivé, fut déterminant dans l'abandon de notre approche.

Une approche en temps réel aurait apporté une vision très aiguë et très précise du comportement du réseau. Le cas échéant, un couplage du central avec des appareils de mesure spécifiques aurait également été instructif. Le matériel indisponible alors et les ressources humaines également très sollicitées pour l'installation du nouveau central manquaient.

L'analyse légèrement différée du logging d'application par des programmes batch constituait le compromis le plus réaliste. Ce programme devait permettre de produire des résultats pour l'évaluation du réseau à partir des informations dont nous disposions et dont nous avons discuté au chapitre IV.

### C) FACILITE D'EMPLOI DU PROGRAMME

Il serait donc possible d'employer notre programme au jour J+1 pour produire l'évaluation du réseau à la journée J.

Il est bien sûr important que les paramètres fournis au programme soient minimaux et que les résultats soient produits de façon entièrement automatique.

Nous nous sommes donc limités à un seul paramètre d'entrée, la date de la journée à examiner.

Tout le reste de l'exécution est automatique. Notre programme examine tous les fichiers du logging de BANCONTACT, vérifie que ces fichiers couvrent la journée d'examen demandée, lit tous les fichiers qu'il a sélectionnés, construit les résultats et produit ces résultats dans un fichier sous forme de suite de caractères qu'il ne reste plus qu'à imprimer.

### D) QUALITE DE L'INFORMATION

Les chapitres précédents ont illustré de façon bien plus systématique la précision maximale que nous pouvions obtenir sur le comportement du réseau à partir du logging.

Lorsque nous comptons les messages émis par les terminaux pour évaluer la charge du réseau, nous rappelons que:

- nous ignorons les incidents de communication survenus pendant la transmission des messages sur le réseau,
  - nous évaluons la charge induite par les enregistrements de façon théorique à l'aide des paramètres mesurés. De nouvelles mesures et de nouvelles approximations pourraient fournir des résultats différents,
  - nous avons supposé que les messages sont échangés sur polling avec réponse ou sur selecting. Nous n'avons pas évalué l'importance de la charge due aux pollings sans réponse !
  - nous avons approximé en le simplifiant le protocole d'échange BSC. Ainsi, nous avons présumé que toute erreur de transmission survenant à n'importe quel moment de l'échange nécessite la reprise de l'échange depuis le début.
  - nous avons attribué une valeur moyenne forfaitaire au temps de gestion de la communication par les stations communicantes: 0.160 seconde.
- Si cette valeur est trop élevée, nous pourrions obtenir des résultats surprenants, par exemple le rendement d'une ligne multipoint supérieur à 100% en pointe. En effet, il suffirait que nos comptes nous conduisent à 7 messages par seconde sur une ligne multipoint pour dépasser, à cause de ce temps de gestion fixe, la capacité de la ligne:  $7 \times 0.160 \text{ sec} = 1.12 \text{ seconde}$ .



Même si l'information produite n'est pas rigoureusement exacte, elle restera néanmoins un bon indicateur des moments de trafic intense sur le réseau, ce qui reste le but initialement poursuivi.

L'AGE de l'information sera bien meilleur lorsqu'il sera établi avec des programmes prévus pour fonctionner le lendemain de la constitution d'un fichier de logging que s'ils avaient dû analyser des informations agées de six mois.

Du reste, cette idée initialement prévue d'examiner de vieilles bandes magnétiques n'est aujourd'hui plus techniquement possible. Les informations quotidiennement conservées par BANCONTACT sont aujourd'hui si nombreuses qu'il n'est plus possible de les stocker plus d'un mois.

#### E) EFFICACITE DES MOYENS

Nous examinons ici les qualités d'un bon logiciel et nous avons tenté de rencontrer ces qualités en développant notre projet. Paraphrasant A. van LAMSWEERDE (Biblio V.1), nous affirmons qu'un bon logiciel doit être:

- FIABLE: conforme aux spécifications fonctionnelles. Celles-ci ont été déterminées au chapitre IV et sont détaillées au point V.3.
  - COMPLET: par rapport aux spécifications fonctionnelles. C'est pourquoi nous avons préféré fournir à BANCONTACT un produit simple mais qui déjà offre des résultats exploitables.
  - ROBUSTE: par tolérance aux pannes et recouvrement des erreurs. Notre programme est conçu de façon modulaire et une partie des algorithmes est dédiée à la détection et au traitement automatique des erreurs.
  - MAINTENABLE: car constitué de composants le plus possible autonomes entre eux. C'est pourquoi nous avons développé notre programme conformément aux principes de l'architecture modulaire exposés au point VI.1.
  - DOCUMENTE: dans ce mémoire, nous avons tenté de guider le lecteur à travers les décisions que nous avons prises au niveau de l'analyse fonctionnelle. Nos annexes reprennent toute la documentation des algorithmes implementes.
  - REUTILISABLE: nos différents modules, dont celui de tri, peuvent servir, nous l'espérons, au développement d'autres logiciels. Cette possibilité de réemploi découle d'une architecture modulaire.
  - PORTABLE: notre programme a été écrit en C sur VAX-VMS. Nous avons essayé de limiter au maximum la dépendance de nos programmes par rapport à la machine sur laquelle nous les implémentions.
  - PERFORMANT: cet aspect ne peut être négligé lorsque, comme c'est le cas ici, le volume d'informations à traiter est important. Nous avons tenu compte de ce problème en orientant nos décisions fondamentales d'architecture. Cependant, il est difficile de prévoir par avance l'impact sur les performances des décisions de programmation desquelles il est trop tôt de nous préoccuper.
- "Il vaut mieux écrire un programme moins efficace au fonctionnement correct que de corriger un programme efficace mais erroné."
- CONVIVIAL: la convivialité doit apparaître au lancement du programme et dans la production de résultats nets et précis. Nous avons essayé de rencontrer cet aspect en définissant les fonctions du paragraphe V.3.

## V.2 SCHEMA CONCEPTUEL

Nous examinons dans ce paragraphe les différentes informations que nous pouvons retirer du logging d'application et qui permettent d'évaluer les performances du réseau.

Nous formalisons ces informations conformément au schéma ENTITE-ASSOCIATION (Biblio V.2).

Au point A, nous décrivons très brièvement les notions qui permettent la représentation d'un schéma conceptuel par la modélisation entité-association.

"Nous avons choisi l'approche entité-association pour l'audience croissante qu'elle rencontre. (...) Un large consensus semble se dégager pour reconnaître aux modèles relevant de cette approche de grandes qualités de communication et une bonne capacité de représentation opérationnelle des informations appartenant au réel perçu." (Biblio V.3)

Nous rappelons ici seulement le propre de chaque concept utilisé dans le diagramme du point B. Pour plus de détails, le lecteur se rapportera à la bibliographie susmentionnée.

Le diagramme du point B permet de réaliser le lien entre les informations que nous retenons quant à l'organisation du réseau BANCONTACT, aux messages véhiculés sur ce réseau et aux données que nous puisons dans le logging pour arriver à cette vision particulière du réseau.

Il faut noter cependant que:

- nous structurons les informations, "c'est-à-dire la signification des données", de façon CONCEPTUELLE. Les données qui représentent ces informations ont été décrites au chapitre III.
- nous abordons ici le problème "à l'envers". Usuellement, l'informaticien structure ses données à partir du schéma conceptuel. Ici, nous exprimons objets et faits sous forme de schéma à partir des données qui existent déjà par ailleurs et nous n'intégrons dans notre diagramme que les informations utiles à notre travail et retirées de ces données.

## A) CONCEPTS

"Une entité est une chose concrète ou abstraite appartenant au réel perçu à propos de laquelle on veut enregistrer des informations. Elle n'existe que par rapport à un individu ou à un groupe qui lui confère une existence autonome." (Biblio V.4)

"Une association est définie par une correspondance entre deux entités (non nécessairement distinctes) où chacune assume un rôle donné. On veut enregistrer de l'information relative à cette correspondance." (Biblio V.5)

"Le concept de connectivité est illustré par l'exemple:

Soit le diagramme de la figure FV.1, qui illustre une entité TERMINAL et une entité LIGNE associés par l'association CONNECTE.

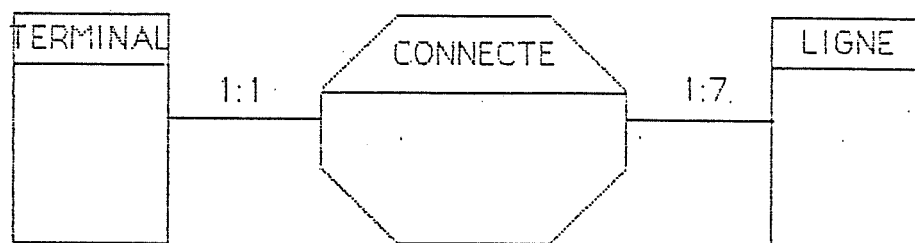


Figure V.1 Exemple de connectivité

### La connectivité

1-1 illustre que un(e occurrence de) TERMINAL peut être relié au minimum à une ligne (nombre de gauche: 1-x) et au maximum à une ligne (nombre de droite: x-1). Autrement dit, tout terminal doit être relié à une ligne. 1-7 illustre que une (occurrence de) LIGNE peut être reliée au minimum à un terminal et au maximum à 7 terminaux.

Dans notre exemple, les entités TERMINAL et LIGNE, et l'association CONNECTE permettent de formaliser le fait qu'une ligne multipoint dans notre exemple relie toujours 1 à 7 terminaux entre eux.

"Un attribut est une caractéristique ou une qualité d'une entité ou d'une association." (Biblio V.6)

"Un identifiant d'entité est un moyen univoque de désigner une occurrence d'une entité." (Biblio V.7) Dans le diagramme qui suit, les identifiants d'entité sont composés d'un ou plusieurs attributs de l'entité. Les associations sont identifiées par les identifiants des entités qu'elles associent.

## B) DIAGRAMME

La figure FV.2 montre le schéma entité-association des informations que nous avons retenues.

Nous justifions ce schéma de la façon suivante.

Nous ne considérons que les seuls MESSAGES enregistrés dans le logging car c'est d'eux seuls que nous retirons les informations indispensables.

Nous scindons l'entité TERMINAL en trois catégories:

- les terminaux reliés aux lignes multipoint, éventuellement via un concentrateur,
- l'ensemble des télédataphones. Nous considérons en effet tous ces terminaux en un seul groupe car nous estimons qu'il est inutile et peu confortable de produire des résultats statistiques en distinguant chaque télédataphone.
- l'ensemble des terminaux du réseau Mister-Cash. Le réseau Mister-Cash est également vu comme un tout puisque, au niveau du central BANCONTACT il est également considéré de façon monolithique, en faisant abstraction de sa structure interne. On ne considère au niveau du central que les messages qui viennent de ce réseau via DCS.

L'association ECHANGE permet de dire quel message fut échangé entre un terminal et le central. Il ne nous semblait pas opportun d'associer l'entité MESSAGE à la fois à TERMINAL et à CENTRAL par une association "ENVOIE" ou "RECOIT" et d'ainsi distinguer le sens dans lequel le message est envoyé par un des deux correspondants de l'échange vers l'autre. Ce sens ne change en effet rien à la charge du réseau qui est l'essentiel de notre propos. Il est par ailleurs implicitement fourni par l'attribut TYP-MSG de l'entité MESSAGE car tous les messages d'un type déterminé sont véhiculés dans un sens déterminé (voir chapitre III).

L'association CONCENTRE permet de spécifier si un terminal est relié à un concentrateur qui relaie ses messages vers une ligne multipoint. Cette information est nécessaire car elle permet de déterminer les regroupements à faire (quel message de quel terminal a transité par quel concentrateur) pour produire les résultats.

L'entité LIGNE existe pour savoir à quel ligne sont reliés quels terminaux, et de nouveau facilite le regroupement des résultats, par ligne cette fois.

Avec les associations CONCENTRE et CONNECTE, l'entité LIGNE est en quelque sorte la "mémoire de la configuration du réseau".

Tout terminal, quel que soit son type, doit être relié à une ligne. Nous avons cependant été obligé d'ajouter un type de ligne TYP-LIG pour qu'à l'aide de contraintes appropriées il soit possible de spécifier qu'un ATM ne communique pas avec le central par la même ligne qu'un télédataphone, par exemple.

Enfin, le central BANCONTACT connaît tous les messages du réseau qu'il a échangés avec les terminaux et qu'il a enregistrés dans le logging.

Entité MESSAGE

Désigne tout message enregistré par le central qui fut véhiculé par le réseau.

Ident: REF-LOG

Attr: REF-LOG Numéro de séquence du message enregistré dans le logging.  
 TYP-MSG Type de message. On distingue les messages de supervision et d'application. Parmi ces derniers, on trouve les valeurs suivantes:  
 CBAL, CBDE, CBMB, CDEC, SDEC, SEOI, CINI, CONL, OSEN, OSHO, CSTA, CSTN, CTRA, CVDE.

Rem: Les types de message correspondent à ceux décrits dans le chapitre III et qui sont enregistrés dans le logging. Pour leur attribut TYP-MSG, nous n'avons pas voulu reprendre la syntaxe complète décrite plus haut. Ainsi, V-C-BAL\* correspond au type de message CBAL. Nous espérons que cette abréviation est assez explicite.

Entité TERMINAL

Désigne tout ATM, PTO, EFT ou KON du réseau des lignes multipoint BANCONTACT, l'ensemble des terminaux du réseau Mister-Cash ou l'ensemble des télédataphones du réseau commuté.

Ident: Formé des deux attributs:  
 - TYP-TER  
 - NUM-TER.

Attr: TYP-TER Type de terminal. On distingue les valeurs suivantes:  
 TER-ATM pour un serveur ATM,  
 TER-PTO pour un serveur PTO,  
 TER-EFT pour un serveur EFT,  
 TER-KON pour un concentrateur,  
 TER-M-C pour les terminaux du réseau Mister-Cash,  
 TER-T-D pour les télédataphones.  
 NUM-TER Numéro de terminal.  
 TYP-FAB Type de fabrication du terminal.

Contraintes: - Pour toute occurrence de TERMINAL dont l'attribut TYP-TER vaut TER-ATM, TER-PTO, TER-EFT ou TER-KON, l'attribut NUM-TER est identifiant.  
 - Pour toute occurrence de TERMINAL dont l'attribut TYP-TER vaut TER-T-D ou TER-M-C, l'attribut TYP-TER est identifiant.

### Association ECHANGE

Associe un(e occurrence de) TERMINAL et un(e occurrence de) MESSAGE qui fut échangé entre le central et ce terminal.

Attr:      NET-COD      Code réseau.  
                          Donne le type de message qui fut véhiculé sur le réseau.  
             NET-LOA      Charge réseau.  
                          Donne le nombre de bits ayant transité sur le réseau pour mener à un enregistrement du logging.

Contraintes:    - NET-COD et NET-LOA sont fonction de l'attribut TYP-MSG de l'entité MESSAGE et, à la fois, de TYP-TER et de TYP-FAB de l'entité TERMINAL.  
                          Nous avons expliqué aux point III.1 et IV.4.B que la charge induite sur le réseau par un message du logging dépend en effet des caractéristiques du terminal auquel ce message est destiné.  
                          - Les attributs NET-COD et NET-LOA ne sont pas utilisés quand un terminal de type TER-T-D ou TER-M-C participe à l'association.  
                          - Certains types de messages TYP-MSG ne peuvent être associés qu'à certains types de terminaux TYP-TER. Une occurrence de l'association ECHANGE n'est possible qu'entre:  
                          TER-EFT et CINI,SEOI,CONL,CBAL,CTRA,CSTA,CDEC,SDEC.  
                          TER-PTO et CINI,SEOI,CONL,CBAL,CTRA,CSTA,CDEC,SDEC.  
                          TER-ATM et CONL,CBAL,CBDE,CTRA,CSTA,CVDE,CDEC,SDEC.  
                          TER-KON et CCON,CONL,OSHO,OSCN,CSTN.  
                          TER-T-D et CBAL,CSTA,CTRA,CDEC,SDEC.  
                          TER-M-C et CTRA,CSTA,CBMB.

### Association CONCENTRE

Associe un(e occurrence de) TERMINAL à un(e) autre (occurrence de) TERMINAL qui concentre le trafic de l'ensemble des terminaux qui lui sont connectés.

Contraintes:    - Seuls les terminaux de type TYP-TER vaut TER-ATM, TER-PTO, TER-EFT ou TER-KON peuvent participer à l'association.  
                          - un et un seul terminal de type TYP-TER=TER-KON participe à l'association.  
                          - entre un et vingt terminaux de type TER-ATM, TER-PTO ou TER-EFT peuvent participer à l'association.

Entité LIGNE

Toute ligne reliant le central de BANCONTACT avec les terminaux.

Ident: Formé des deux attributs:

- TYP-LIG,
- NUM-LIG.

Attr: TYP-LIG Type de ligne. On distingue les valeurs suivantes:  
 LIG-MUL, ligne multipoint du réseau RTT de ligne multipoint louées.  
 LIG-COM, ligne du réseau commuté  
 LIG-DCS, ligne du réseau DCS.  
 NUM-LIG Numéro de ligne.

Contraintes: - Pour toute occurrence de ligne dont l'attribut TYP-LIG vaut LIG-MUL, NUM-LIG est identifiant.  
 - Pour toute occurrence de ligne dont l'attribut TYP-LIG vaut LIG-DCS ou LIG-COM, cet attribut est identifiant.

Association CONNECTE

Associe un terminal à une ligne.

Contraintes: - Tout terminal de type TYP-TER = TER-ATM, TER-PTO ou TER-EFT participe à une et une seule occurrence de CONCENTRE ou de CONNECTE.  
 - Tout terminal de type TYP-TER = TER-KON participe à une et une seule occurrence de CONNECTE.  
 - une ligne de type TYP-LIG = LIG-MUL ne peut participer à une occurrence de CONNECTE qu'avec des terminaux de type TYP-TER = TER-ATM, TER-EFT, TER-PTO ou TER-KON.  
 - Une ligne de type TYP-LIG = LIG-DCS ne participe qu'à une association de CONNECTE où le type de terminal TYP-TER vaut TER-M-C.  
 - Une ligne de type TYP-LIG = LIG-COM ne participe qu'à une association de CONNECTE où le type de terminal TYP-TER vaut TER-T-D.

Entité CENTRAL

Le central de BANCONTACT à Bruxelles.

Association LI-CE

Associe une ligne au central.

Contrainte: Le central participe à:  
 41 occurrences de LI-CE avec une ligne où TYP-LIG=LIG-MUL,  
 1 occurrence de LI-CE avec une ligne où TYP-LIG=LIG-DCS,  
 1 occurrence de LI-CE avec une ligne où TYP-LIG=LIG-COM.

### V.3 FONCTIONS A IMPLEMENTER

#### A) PROJET INITIAL

Un avant-projet ambitieux dont nous avons élaboré les grandes lignes lors de notre stage chez BANCONTACT multipliait les fonctionnalités de nos programmes.

Nous avons brièvement esquissé plus haut en quoi consistait notre projet, qui comportait deux grandes parties:

- un programme collectant les données du logging pour en stocker les informations essentielles (telles que celles décrites au point V.2, et d'autres), au sein d'une base de données.

Ce programme aurait été activé tous les jours afin de réactualiser les données de la base à partir du logging de la journée écoulée.

- un programme de consultation de la base de données qui aurait permis toutes sortes de groupements entre terminaux, concentrateurs et lignes, quelle que fût la période d'examen considérée.

Ainsi, il eût été possible de connaître le nombre de messages échangés entre le central et un groupe quelconque de terminaux, sélectionnés par le consultant de la base de données, messages échangés pendant une période de un quart d'heure (granularité minimale) à plusieurs jours, cette durée d'examen pouvant être elle-même découpée en périodes plus fines quelconques.

Par exemple, il aurait été possible de demander le nombre de messages véhiculés par les lignes A et B, ensemble, tous les vendredi de mai entre 9H00 et 11H30, par période d'une demi-heure.

Les buts étaient:

- de pouvoir dégager les pointes horaires de n'importe quelle partie du réseau, de déterminer directement s'il était vrai que le vendredi connaît plus de transactions que le mardi, etc.
- de pouvoir simuler d'autres configurations du réseau et d'aider à la répartition des terminaux après avoir dégagé les moments et les endroits surchargés du réseau.

Nous avons renoncé à notre projet à cause du contexte difficile dans lequel celui-ci devait s'intégrer. En effet, les ressources nécessaires, l'architecture à développer, la connexion de notre programme dans un environnement déjà surchargé (tant les ressources humaines que les ressources de calcul) et en constante mutation, le nombre de fonctions à implémenter, etc. entravaient la réalisation à terme de notre travail.

Nous avons songé à ne développer qu'une partie de ce projet (celle qui constitue la base de données). Mais si cela pouvait prouver notre savoir-faire en matière de programmation, cela aurait été une entrave pour BANCONTACT qui aurait été à la fois tenu de mener un projet inachevé et donc inutile à terme, d'une part, et à maintenir l'autre partie du projet, somme toute assez complexe, d'autre part.



## B) PROJET FINAL

Nous avons résolu la conception d'un projet plus simple que nous voulions mener à bien. Ce projet diffère essentiellement du projet initial par le nombre de fonctionnalités plus réduit qu'il offre et par sa simplicité d'emploi.

Nous avons en effet estimé préférable de produire les résultats qui nous intéressent (disponibilité des terminaux, charge des lignes multipoint, temps de réponse, etc.) directement à partir de la lecture du logging et sans plus passer par l'intermédiaire de la base de données initialement prévue.

Ceci évite entre autres la maintenance de la base de données, la maintenance et l'emploi d'une interface utilisateur plus complexe.

De plus, le projet auquel nous nous sommes limité connaît plusieurs avantages:

- il constitue un outil fournissant directement des résultats exploitables. Nous l'avons utilisé pour produire quelques données sur lesquelles nous concluons.
- il est achevé, testé et a fait quelques preuves. Il nous semble préférable de mener un projet de qualité à terme plutôt que de fournir de plus nombreuses fonctionnalités sans preuve de leur bon fonctionnement.
- il répond complètement à l'architecture décrite au chapitre VI et celle-ci permet une maintenance efficace. D'une part un projet plus réduit nécessite un transfert de savoir-faire plus restreint à la personne qui devra maintenir le projet si nécessaire. D'autre part, il sera d'autant plus aisé, à partir d'un programme modulaire et bien structuré d'ajouter des fonctionnalités supplémentaires que pourrait désirer BANCONTACT.

### a) DONNEES D'ENTREE

Le lecteur se rappelle qu'au point III.1 nous lui avons appris que le logging est constitué d'un ensemble de fichiers séquentiels.

Ces fichiers séquentiels renferment une quantité considérable d'informations et leur taille avoisine les 120 MBytes.

Ces fichiers sont clôturés par un opérateur tous les jours vers 0H30, 14H30 et 22H30. Dès lors, il est nécessaire de lire quatre fichiers pour couvrir une période d'examen.

Notre programme détermine automatiquement les fichiers du logging qu'il doit lire à partir d'une seule entrée: la date de la journée pour laquelle on souhaite obtenir les résultats décrits plus bas. Il lit les fichiers nécessaires et produit les résultats voulus.

b) RESULTATS

Le programme place dans un fichier les résultats suivants:

Pour la journée entière examinée

Par serveur ATM, PTO ou EFT:

- . le numéro identifiant du serveur
- . le type de serveur (ATM, PTO, EFT)
- . la disponibilité du terminal exprimée en %
- . le nombre de messages V-C-TRA\* enregistrés dans le logging
  - V-C-STA\* (état-carte)
  - V-C-STA\* (état-terminal)
  - V-C-BAL\*
  - V-C-ONL\*
  - V-C-DEC\* et V-S-DEC\* confondus
  - V-C-BDE\* (ATM seulement)
  - V-C-VDE\* (ATM seulement)

Par concentrateur:

- . le numéro identifiant du concentrateur
- . le type de terminal (KON)
- . la disponibilité du concentrateur exprimée en %
- . le nombre de messages V-C-STN\* enregistrés dans le logging
  - V-O-SEN\*
  - V-O-SHO\*
  - V-C-DEC\* et V-S-DEC\* confondus

Par ligne:

- . le numéro identifiant la ligne

Les résultats sont organisés comme suit:

- . Pour toute ligne multipoint, on donne son numéro identifiant en en-tête d'une nouvelle page de résultat
  - . On donne tous les terminaux reliés à une ligne multipoint dans l'ordre de leur adresse (1 à 7) sur la ligne multipoint (voir points I.4 et II.9).
  - . Lorsque le terminal relié à une ligne multipoint est un concentrateur, on donne les terminaux reliés à ce concentrateur dans l'ordre de leur numéro de connexion à ce concentrateur (1 à 20) (voir point II.9).
- . Pour tout concentrateur de la ligne multipoint
  - . On donne pour tout terminal relié au concentrateur les résultats comme détaillé ci-dessus.
  - . On donne les résultats du concentrateur comme détaillé ci-dessus.
  - . On donne le total des messages pour les terminaux de ce concentrateur et pour le concentrateur lui-même.
- . On donne le total des messages pour tous les serveurs et concentrateurs de la ligne multipoint.

### Quart d'heure par quart d'heure

Pour l'ensemble des télédataphones, on donne:

- . le nombre de messages V-C-BAL\* enregistrés dans le logging  
V-C-STA\* (état-carte)  
V-C-TRA\*  
V-C-DEC\* et V-S-DEC\* confondus
- . les pointes de trafic pendant la journée écoulée. Pour ce faire, nous considérons le nombre maximum de transactions du réseau des télédataphones (V-C-TRA\*) échangées pendant une période d'un quart d'heure et nous exprimons, de façon graphique, le nombre de transaction des autres périodes d'un quart d'heure par rapport à ce maximum.

Pour l'ensemble du réseau Mister-Cash, on donne:

- . le nombre de messages V-C-TRA\* enregistrés dans le logging  
V-C-STA\* (état-carte)
- . les pointes de trafic pendant la journée écoulée. Celles-ci sont déterminées de la même manière que pour les télédataphones.

Pour chaque ligne multipoint:

- . La charge du réseau.  
Celle-ci est déterminée par le nombre de bits véhiculés sur le réseau pour le message d'application enregistré (voir point IV.4.B). La somme du nombre de bits est effectuée quart d'heure par quart d'heure. On visualise graphiquement les pointes du réseau en calculant le rapport de la somme obtenue avec le nombre maximal de bits véhiculés par la ligne pendant une période.

Pour l'ensemble du réseau:

- . La charge du réseau.  
Nous entendons ici par "réseau" l'ensemble des lignes multipoint.  
La charge est déterminée de la même façon que pour les lignes multipoint considérées séparément.
- . Le temps de réponse moyen des terminaux pendant la période d'un quart d'heure considérée.

### Résumé de l'exécution

A la fin de l'exécution, un résumé fournit quelques indications:

- sur les incidents éventuels durant l'exécution,
- le nombre d'enregistrements traités,
- le nom des fichiers consultés,
- la date de la journée considérée,
- ...

### Mode d'emploi

Un mode d'emploi complet du programme est fourni en annexe. Le lecteur voudra bien s'y référer pour tout renseignement complémentaire qu'il pourrait désirer.

## CHAPITRE VI

### DEVELOPPEMENT DE NOTRE PROGRAMME

Dans ce chapitre, nous désirons exposer au lecteur les moyens que nous avons utilisés pour développer notre produit.

Au paragraphe VI.1, nous montrons la méthodologie de développement de logiciels que prône l'Institut d'Informatique de Namur et que nous avons tenté de rencontrer au cours de notre travail. Nous nous attachons particulièrement aux principes qui sous-tendent l'architecture des programmes que nous avons rédigés.

Au paragraphe VI.2, nous expliquons au lecteur les grandes décisions que nous avons prises pour bâtir nos programmes. Nous exposons à la fois les informations que nous traitons et la façon que nous avons arrêtée de les traiter.

Au paragraphe VI.3, nous exposons brièvement quelques caractéristiques de nos programmes auxquelles nous avons été conduit. Nous attirons un peu l'attention du lecteur sur l'aspect des performances que nous avons rencontré lors de nos premiers essais. Malgré les précautions qui furent prises alors, nous avons dû simplifier l'écriture de nos programmes afin d'accélérer la rapidité d'exécution.

Au paragraphe VI.4, nous renvoyons le lecteur aux annexes pour toute documentation complémentaire sur les programmes eux-mêmes. Les annexes sont détaillées de telle sorte que nous espérons faciliter au maximum la maintenance de nos produits.

Au paragraphe VI.5, nous montrons quelques résultats obtenus et ébauchons quelques perspectives pour l'avenir de notre produit.

## VI.1 METHODOLOGIE

Il nous importe de développer un programme répondant aux spécifications fonctionnelles du chapitre V et ayant les caractéristiques exposées au point V.1.E.

La méthode de développement de logiciels que prône A. van LAMSWEERDE (Biblio VI.1) se veut le contre-pied d'une démarche où le programmeur procéderait par essais - erreurs. Dans ce paragraphe, nous voulons aller à l'encontre du développement d'un produit par ajustements successifs jusqu'à approcher les spécifications globales et parfois imprécises du problème initial.

### A) CINQ ETAPES DE LA METHODOLOGIE

La méthode que nous avons employée pour développer notre produit consiste en cinq étapes distinctes.

#### a) ANALYSE DES BESOINS

L'analyse des besoins aboutit au cadre général d'une solution informatisée.

Partant de requêtes diverses et de l'examen des éléments dont l'analyste dispose pour satisfaire ces requêtes, il est possible à ce dernier de cerner le cadre général de son travail. Ce fut le rôle de notre chapitre IV.

#### b) ANALYSE FONCTIONNELLE

L'analyse fonctionnelle débouche sur des spécifications cohérentes, précises et complètes.

Elle comprend:

- les fonctionnalités du système, c'est-à-dire les objets manipulés (ici le logging), les opérations à effectuer (la production des résultats sur les performances du réseau BANCONTACT) et les interfaces entre le système informatisé et son environnement extérieur.
- les contraintes de performances des programmes à développer, lesquelles nous ont réservé des surprises que nous détaillons plus loin.
- les contraintes de l'environnement technique dans lequel doit s'intégrer notre projet.

Nous avons exposé ces différents points au chapitre V.

### c) DESIGN ET CONCEPTION

Cette étape que nous détaillons dans ce sixième chapitre consiste à:

- identifier un certain nombre de "composants de base" du système,
- organiser ces composants en une structure maîtrisable, stable et extensible, en définissant des inter-relations entre ces composants,
- spécifier chaque composant de l'architecture en exprimant clairement ce que tout utilisateur du composant doit savoir pour employer correctement ce composant,
- construire les algorithmes implémentant les composants, le plus souvent en un langage abstrait indépendant de toute machine à utiliser.

"Ceci confère à chaque composant une charpente logique qui le dégage de toute contrainte matérielle ou logicielle." (Biblio VI.2)

### d) CODAGE

A ce stade, nous transcrivons les algorithmes et les structures de données dans le langage de programmation.

### e) TESTS

A la fin du codage, il est inévitable de découvrir des erreurs de codage (syntaxe incorrecte du langage d'implémentation...), de conception (boucles infinies...) ou, plus graves, de décision (parcours répété et inutile d'un fichier...).

Nous avons décrit le cadre général de notre travail et l'analyse des besoins au chapitre IV et l'analyse fonctionnelle au chapitre V. Le codage et les tests sont explicités dans les annexes, lesquelles sont brièvement décrites au point VI.4. Nous détaillons la structuration des composants au point suivant.

## B) STRUCTURATION DES COMPOSANTS

### a) PRINCIPE GENERAL

Par définition, une architecture est hiérarchisée si et seulement si il existe une relation R entre ses composants qui permette de définir des niveaux tels que:

- le niveau 0 est l'ensemble des composants A tels qu'il n'existe aucun composant B tel qu'on ait R(A,B).

$$\text{niv}_0 = \{ A \mid \nexists B \mid R(A,B) \}$$

- le niveau i est l'ensemble des composants A pour lesquels il existe un ou plusieurs B de niveau (i-1) tel que R(A,B) et tel que si C est un composant et que l'on ait R(A,C), alors C est de niveau (i-1) ou de niveau inférieur.

$$\begin{aligned} \text{niv}_i = \{ A \text{ et } i > 0 \mid \exists B \in \text{niv}_{i-1} \mid R(A,B) \\ \text{et } \mid R(A,C) \Rightarrow C \in \text{niv}_j \text{ avec } j \leq i-1 \} \end{aligned}$$

### b) HIERARCHIE UTILISE

Il existe plusieurs types de relation R possibles parmi lesquels nous envisageons la relation UTILISE.

Si A et B sont des composants, on dit que R(A,B) est la relation où A "utilise" B, c'est-à-dire que "le fonctionnement correct de A dépend de la disponibilité d'une version correcte de B."

Les sept couches OSI de l'ISO, décrites au point I.2 illustrent parfaitement une application de la hiérarchie UTILISE.

### C) AVANTAGES DE LA HIERARCHIE UTILISE

Les deux avantages de la hiérarchie utilise sont la simplification et la conception plus aisée des composants.

"La simplification des composants résulte d'une découpe d'un problème en sous-traitements particuliers ou en traitements communs à un problème de niveau supérieur. Par élimination des redondances fonctionnelles et par homogénéisation de la conception et de la réalisation, nous standardisons les traitements communs et nous simplifions les composants qui les utilisent." (Biblio VI.2)

Grâce aux différents niveaux d'abstraction, la conception des produits est plus aisée. Lorsque A utilise B, il suffit pour A de connaître la spécification et l'interface de B pour l'utiliser correctement.

Pour la conception de B, il n'est utile de RIEN connaître de A. Le fonctionnement correct de B ne requiert pas le fonctionnement correct de A.

De ceci, il résulte que:

- un composant est utilisable dans des contextes multiples, indépendants des composants de niveau supérieur qui les utilisent,
- la répartition du travail entre les programmeurs chargés du développement de différents composants est plus aisée,
- la validation et la maintenance des composants est plus facile car on teste en étapes successives, en supposant que le niveau (i-1) est correct lorsque l'on teste le niveau i. On arrive ainsi à un ordonnancement naturel des tests.

Il est possible d'arriver à un concept de sous-système utile qui, par définition, implémente un certain nombre de fonctionnalités avant la fin de la conception de l'ensemble du système. Pour ce faire, on bâtit un noyau, on le code, puis on l'étend jusqu'à obtenir peu à peu le système complet.

#### D) DECOUPE EN NIVEAUX

A. van LAMSWEEERDE propose (Biblio VI.1) une découpe en niveaux particulière basée sur la hiérarchie utilise. Cette découpe, à titre illustratif, comporte ici 6 niveaux. Selon les nécessités, il est possible d'ajouter des niveaux intermédiaires mais il est le plus souvent juste de conserver la structure globale.

##### a) NIVEAU 6: modules fonctionnels

Les composants proviennent:

- soit directement de l'analyse fonctionnelle,
- soit par décomposition d'une fonction de cette analyse,
- soit par composition de plusieurs fonctions de l'analyse.

##### b) NIVEAU 5: noyau fonctionnel

Le noyau fonctionnel est constitué des composants fonctionnels dits "de base" utilisés par les composants de niveau 6. Au niveau 5, nous trouvons des fonctions telles la recherche ou le tri d'éléments d'une liste selon un critère déterminé.

##### c) NIVEAU 4: composants d'entrée - sortie

Entre autres, on trouve à ce niveau les composants de contrôle de validité des données saisies, d'accès à une base de données ou de recouvrement des erreurs.



d) NIVEAU 3: composants de contrôle

Le plus souvent non utilisés, ces composants assurent un comportement correct des composants de niveau supérieur par un séquençement, une synchronisation ou une coordination adéquats de ces composants.

e) NIVEAU 2: composants "outils"

Ces composants appartiennent à l'environnement de base, à un système d'exploitation, un gestionnaire d'écran ou de base de données, par exemple.

f) NIVEAU 1: modules du système

Ces composants appartiennent au système d'exploitation et servent, entre autres, à l'allocation de ressources ou à la gestion des processus.

E) DECOUPE MODULAIRE

Pour chaque niveau, il reste:

- à identifier les différents composants de ce niveau,
- à définir et à spécifier ces composants,
- à définir des relations entre les composants de même ou de différents niveaux par la définition d'interfaces.

A. van LAMSWEERDE (Biblio VI.1) évalue la qualité d'une architecture modulaire à la possibilité pour ses composants de cacher de l'information, à la force de leur cohésion et à la faiblesse de leur couplage.

En pratique, ces principes conduisent à des modules:

- cachant la représentation de données, le mode de réalisation d'une recherche élémentaire ou d'un tri...
- assurant la réalisation d'un très petit nombre de fonctionnalités distinctes,
- offrant une interface simple et minimale.

Il reste le plus souvent à trouver un compromis entre des modules aux spécifications trop complexes, qui offrent une mauvaise cohésion, et des modules de taille trop réduite qui impliquent parfois un couplage trop important.

## F) SPECIFICATION DES MODULES

Plusieurs méthodes conduisent à la spécification de modules mais montrent le plus souvent combien l'emploi d'un langage naturel non structuré débouche sur des imprécisions, des ambiguïtés, des contradictions ou des surspécifications.

Une méthode de spécification "par assertion" offre un remède efficace à ces problèmes. Elle consiste à expliciter, pour tout module, les arguments (données en entrée), les résultats (données en sortie) et une paire d'assertions:

- la précondition expose les propriétés auxquelles doivent satisfaire les arguments pour que l'exécution du module se déroule correctement.
- la postcondition expose les propriétés auxquelles satisfont les résultats lorsque le module s'est déroulé correctement.

Il reste possible d'exprimer les précondition et postcondition en langage naturel mais la spécification par assertion offre, par sa structure, plus de rigueur, de concision et donc moins de circonlocutions.

## VI.2 ARCHITECTURE DE NOTRE PROGRAMME

### A) INTRODUCTION

Nous avons organisé nos traitements sur la base d'une contrainte énorme que nous imposait BANCONTACT, à savoir le volume d'informations à manipuler.

Le lecteur doit savoir que le logging d'une journée contient environ 350000 enregistrements, soit environ 350 Mbytes de données.

Tous les messages enregistrés après leur échange entre le central et un terminal sont placés en ordre chronologique dans le logging. Dès lors, quand nous ne nous intéressons qu'aux messages d'un terminal donné, il convient de retrouver ces messages éparpillés dans l'ensemble des fichiers du logging.

La construction des résultats que nous proposons au chapitre V était donc gênée à la fois par la masse d'informations à traiter et par la structure séquentielle et chronologique de celles-ci.

Nous avons dès lors rejeté deux approches possibles de notre problème et nous avons développé une troisième solution.

La première approche consistait à lire séquentiellement le logging, à y puiser les informations nécessaires et à construire les résultats au fur et à mesure de la lecture. Cette construction en parallèle de l'ensemble des résultats nous a semblé très lourde. Il nous fallait en effet bâtir petit à petit la topologie du réseau, incrémenter de très nombreux compteurs de messages, calculer la disponibilité de chacun des terminaux en parallèle, mémoriser de nombreuses informations et développer des moyens rapides pour traiter de façon dynamique les informations mémorisées.

La deuxième approche consistait à trier le logging afin que les résultats à produire soient déjà partiellement regroupés. Ce tri n'était pas possible étant donné les ressources énormes dont nous avions besoin pour le réaliser.

Nous avons choisi une troisième méthode qui consiste:

- à lire le logging et à y puiser les informations nécessaires pour constituer des enregistrements plus petits, que nous appelons "messages virtuels",
- à trier ces messages virtuels,
- à produire les résultats désirés.

Il apparaît que le fichier renfermant les informations sélectionnées du logging occupe environ 6% de l'espace alloué au logging initial. A titre d'exemple, le fichier des messages virtuels d'une journée occupe environ 20 Mbytes tandis que le logging de cette journée requiert environ 350 Mbytes.

## B) INFORMATIONS TRAITEES

Au sein de nos programmes, nous manipulons essentiellement trois types d'informations:

- les noms des fichiers du logging à traiter,
- les enregistrements de ce logging qui sont convertis en messages virtuels,
- les compteurs de résultats.

### a) NOMS DE FICHIERS

Les enregistrements du logging sont répartis en différents fichiers séquentiels, eux-mêmes dispersés sur des disques distincts du système central. Chaque fichier séquentiel est clôturé régulièrement par un opérateur du système à trois moments de la journée: vers 0H30, 14H30 et 22H30.

Il est donc nécessaire de parcourir quatre gros fichiers séquentiels pour y puiser les informations sur la journée que nous souhaitons examiner, entre 0H00 et 23H59.

Nos programmes sont capables, à partir d'une date donnée en entrée, de construire la liste des fichiers du système central et de sélectionner dans cette liste les fichiers contenant des enregistrements de la date donnée en entrée.

### b) ENREGISTREMENTS DU LOGGING

A partir des enregistrements du logging, nous constituons des messages virtuels qui ne contiennent que les informations suivantes:

- un numéro de référence, identifiant le message virtuel dans son fichier de messages virtuels,
- le type du message du logging qui peut être:
  - . message rejeté car la date de l'enregistrement du logging ne correspond pas à la journée considérée. Dans les fichiers du logging que nous consultons pour la journée J, nous trouvons en effet des enregistrements des journées J-1 et J+1.
  - . message de supervision.
  - . message V-C-BAL\*, V-C-TRA\*, etc. comme cela fut décrit au chapitre III.
  - . message de "déconnexion virtuelle" généré automatiquement par nos programmes pour tout terminal relié à un concentrateur qui se déconnecte. Ce message sert au calcul de la disponibilité des terminaux reliés au concentrateur.
  - . message inconnu.

- le type de terminal qui peut être:
  - . ATM (Automatic Teller Machine),
  - . PTO (Payment Terminal Outdoor),
  - . PTO de type "Cable Print". Ces PTOs échangent avec le central des messages dont la longueur est différente de celle des messages échangés entre le central et les autres PTOs. Dès lors, la charge induite sur le réseau, c'est-à-dire le nombre de bits véhiculés, est différente. Nous l'avons montré dans la table TIV.2 au chapitre IV.
  - . KON (Concentrateur),
  - . EFT (Electronic Fund Transfer),
  - . M-C (Mister-Cash),
  - . T-D (télédataphone),
  - . inconnu. En cas d'erreur dans la transformation d'un message d'application en message virtuel ou dans les messages de déconnexion virtuelle (car notre programme ne connaît pas a priori le type de terminal relié à un concentrateur pour lequel il génère des messages de déconnexion virtuelle).
- la configuration du réseau que nous composons de cinq champs:
  - . un numéro de ligne.  
Ce numéro est celui de la ligne multipoint à laquelle est relié un ATM, PTO, EFT ou KON, ou de la ligne du réseau commuté qui reçoit l'appel d'un télédataphone.
  - . une position sur la ligne (1 à 7).  
Ce numéro est celui de la position occupée par un terminal sur la ligne multipoint.
  - . un identifiant de terminal.  
Cet identifiant est celui d'un terminal qui serait directement relié à une ligne multipoint.
  - . une position sur un concentrateur (1 à 20).  
Ce numéro est celui d'une des vingt connexions entre un concentrateur et un serveur qui lui serait relié.
  - . un identifiant de terminal.  
Cet identifiant est celui du terminal relié à un concentrateur.

Pour les terminaux Mister-Cash, aucun de ces champs n'est valide. Pour les télédataphones, seul le premier champ est valide. Pour les concentrateurs ou les serveurs directement reliés à une ligne multipoint, seuls les trois premiers champs sont valides. Pour les serveurs reliés au central via un concentrateur, tous les champs sont valides.
- l'heure à laquelle le central a reçu le message échangé sur le réseau. Cette heure est exprimée en nombre de minutes écoulées depuis OH00. Ainsi, on obtient une valeur comprise entre 0 (OH00) et 1439 (23H59).
- Certains champs particuliers dépendant du type de message. Par exemple, pour les messages V-C-STA\*, on considère le type de message d'état (état-carte ou état-terminal) et on distingue quelques raisons qui ont présidé à l'envoi de ce message.

#### c) COMPTEURS DE MESSAGES

Grâce au tri des messages virtuels, nous réduisons le nombre de compteurs nécessaires pour produire les résultats. On distingue un ensemble de compteur pour les serveurs, les terminaux Mister-Cash, les télédataphones, les concentrateurs et les lignes multipoint. Tout ceci est décrit dans les annexes.

### C) DECOUPE EN MODULES

Ce paragraphe ne se veut pas la description exhaustive des fonctions implémentées mais une illustration de la méthodologie décrite au point IV.1 et adoptée dans notre mémoire. Pour plus de détails, concernant entre autres les spécifications de nos modules, le lecteur se référera aux annexes.

D'autre part, nous avons donné au point IV.1.D les principes d'une découpe en niveaux. Rien ne s'oppose à l'ajout de niveaux intermédiaires ou à la suppression de niveaux inutiles tant que le principe de la relation utilise est respecté.

Le tronc de notre architecture est l'emploi et le traitement de listes séquentielles, décrites dans les annexes, et grâce auxquelles il nous fut possible de bâtir le reste de nos programmes. En ce sens, nous pouvons affirmer que le traitement des listes séquentielles constitue un sous-système utile de notre produit.

L'ensemble des routines qui puisent les informations utiles dans le logging constitue lui aussi un autre sous-système utile. Il est formé d'un ensemble de routines qui lit le logging d'une journée et produit une liste séquentielle de messages virtuels. L'ensemble des routines qui le constituent déterminent le type d'un message, le type de terminal impliqué dans l'échange, etc.

Enfin, un dernier ensemble de routines est destiné à la production des résultats.

Chacun de ces systèmes peut faire appel à un ensemble de routines de traitement des erreurs. Cet ensemble affiche des messages d'erreur déterminés et selon le type d'erreur autorisent ou plus rarement interdisent la poursuite du déroulement du programme. Le traitement des erreurs est aussi décrit dans les annexes.

### D) ILLUSTRATION: TRAITEMENT DES LISTES SEQUENTIELLES

Les listes séquentielles sont un concept abstrait de listes auxquelles sont associés entre autres un nom et un type d'enregistrement. Ainsi, nous pouvons avoir une liste de type "LOGGING" dont les enregistrements sont de type "MESSAGE DU LOGGING".

Ces listes offrent entre autres la possibilité d'y lire et d'y écrire des enregistrements autorisés par le type de la liste.

Enfin, nous avons choisi d'implémenter ces listes sous forme de fichiers séquentiels d'enregistrements de longueur variable, mais cette implémentation est totalement inconnue au niveau des primitives de manipulation des listes.

Nous avons dès lors défini un ensemble de routines pour l'interface avec le système d'exploitation VAX-VMS. Ces routines sont nécessaires car le langage C dans lequel nous avons écrit nos programmes ne permet pas la manipulation directe d'enregistrements de longueur variable. Nos routines dépendent de l'environnement dans lequel elles doivent être exécutées mais isole les modules qui utilisent ces routines de ce même environnement.

Sans entrer dans les détails, ces routines sont:

- INIT-RMS pour initialiser les descripteurs de fichiers, à l'usage du système.
- DELETE-RMS pour effacer un fichier séquentiel.
- OPEN-RMS pour ouvrir un fichier séquentiel.
- GET-RMS pour lire l'enregistrement suivant sur un fichier ouvert.
- PUT-RMS pour ajouter l'enregistrement suivant en fin de fichier ouvert.
- EOF-RMS pour tester si on est en fin de fichier.
- CLOSE-RMS pour fermer un fichier ouvert.

Au niveau supérieur, nous trouvons un ensemble de primitives de gestion des listes séquentielles. L'emploi de ces primitives doit répondre à des contraintes décrites en annexe.

- DELETEDL efface une liste
- INITL initialise une liste.
- ADDL ajoute un enregistrement à une liste.
- FIRSTL donne le premier enregistrement d'une liste.
- NEXTL donne l'enregistrement suivant d'une liste.
- ENDL teste si on est arrivé au bout de la liste.
- CLOSEL clôture les opérations sur une liste.

Des routines plus puissantes de manipulation de listes séquentielles utilisent nos primitives de gestion.

- TRIL trie une liste.
- AFFECTL remplace le contenu d'une liste A par celui d'une liste B.
- NULLL vide une liste de ses éléments.
- UNIONL fusionne le contenu de deux listes A et B en une troisième liste C.
- INTERL attribue à une liste C les éléments communs à deux listes A et B.
- MOINSL attribue à une liste C le contenu d'une liste A moins les éléments communs à cette liste A et à une liste B.
- SORL trie une liste. Cette fonction est différente de TRIL mais offre une rapidité d'exécution supérieure.

## VI.3 SOUS-SYSTEMES UTILES, TESTS ET PERFORMANCES

### A) SOUS-SYSTEMES UTILES

Le lecteur trouvera dans les annexes, brièvement décrites au paragraphe suivant, toute la documentation sur les routines qui composent nos sous-systèmes utiles.

Toutefois, il nous semble utile de rappeler que notre ensemble de programmes est composé de trois grandes parties distinctes:

- la lecture automatique des fichiers du logging pour constituer un fichier de messages virtuels,
- le tri du fichier des messages virtuels afin de faciliter la constitution des résultats,
- le programme de production des résultats.

Nous avons intégré ces trois parties en un seul programme grâce à l'exécution duquel il est possible de produire automatiquement les résultats après l'examen des données d'une journée J du logging.

D'autre part, nous avons développé trois modules distincts qui permettent chacun, par des exécutions séparées, de réaliser une de ces trois étapes. Ces sous-systèmes ont été prévus pour le développement et le test de nos routines mais peuvent être utiles à la maintenance de nos produits.

### B) TESTS

Des routines de test ont été écrites pour les parties les plus importantes de nos programmes et sont décrites dans les annexes.

Nous avons aussi créé un environnement de test, avec une interface pratique, pour la manipulation des listes séquentielles et leur test. Ces listes constituent en effet un des noyaux de notre système, noyau partagé par les trois sous-systèmes utiles présentés au point VI.3.A.

### C) PERFORMANCES

Les performances d'un programme tiennent à la fois à l'espace mémoire nécessaire aux données qu'ils traitent et au nombre d'instruction qu'il requiert pour son exécution.

Etant donnés le nombre d'informations à traiter et la taille des fichiers manipulés, nous avons dû, en cours de développement, reconsidérer certains aspects de nos programmes.



Au départ, il nous a semblé évident de construire les messages virtuels détaillés plus haut à la fois pour isoler le traitement de ces messages de toute modification du logging et pour restreindre l'espace mémoire nécessaire au stockage des informations destinées à constituer les résultats.

Nous avons rencontré cependant un problème de performances à deux niveaux:

- pendant la collecte des informations du logging pour constituer les messages virtuels,
- pendant le tri de ces messages virtuels.

Nous avions initialement prévu des procédures complexes de recouvrement d'erreur pendant le traitement des listes séquentielles. Ces routines permettaient de se prémunir d'un mauvais emploi des primitives de gestion des listes. Elles nous ont été utiles pendant le développement de nos programmes mais nous y avons finalement renoncé car nous supposons désormais que les préconditions que nous avons posées à l'emploi des primitives doivent toujours être respectées, d'une part, et car nous gagnons beaucoup de temps sur le traitement de l'information en évitant des vérifications inutiles, d'autre part. De cette façon, la collecte des informations du logging est devenue beaucoup plus rapide.

Nous avons également écrit un programme de tri par monotonies (ce procédé de tri est décrit dans les annexes) dont nous connaissons les bonnes performances. Toutefois, l'environnement VAX-VMS offre des programmes de tri optimisés au maximum.

Après avoir comparé les performances de notre programme de tri, même modifié au mieux de nos capacités, avec celui du système, il nous semblait préférable de faire appel à ce dernier pour trier nos fichiers de messages virtuels (350000 enregistrements environ). Le prix de la "portabilité" de notre programme est celui de la rapidité du tri.

Enfin, une dernière surprise nous fut réservée. Nous avions en effet prévu d'enregistrer certains messages du logging, que nos programmes ne reconnaissaient pas, comme champs particuliers de nos messages virtuels. Ces derniers ont une longueur moyenne de 30 bytes mais leur longueur maximale était ainsi portée à quelque 1024 bytes, nécessaires à l'enregistrement d'un message du logging.

Or, le programme de tri du système réserve toujours un espace de tri maximal, c'est-à-dire l'espace maximal occupé par un message virtuel multiplié par le nombre d'enregistrements. Nos efforts pour réduire à un minimum l'espace requis par nos traitements étaient de ce fait anéantis. Nous avons donc renoncé à enregistrer les messages du logging rejetés. Certes, nous aurions pu les placer dans un fichier d'erreurs mais le temps nous a manqué pour transformer nos procédures en conséquence.

A titre indicatif, environ trente minutes de temps écoulé ("elapsed time") sont nécessaires pour le traitement complet d'une journée du logging, sur une machine VAX 8600 "moyennement" chargée.

#### VI.4 DESCRIPTION DES ANNEXES

Le lecteur voudra bien trouver dans les annexes:

- la source de nos programmes,
- la documentation détaillée de ces sources,
- quelques exemples décrits de résultats obtenus par nos programmes et de résultats intermédiaires traités par ceux-ci.

Nous avons découpé nos annexes en plusieurs parties qui sont elles-mêmes documentées. Nous trouvons entre autres sources et documentation de tous nos modules.

Certains programmes sources apparaissent très peu documentés au lecteur. Il nous a semblé préférable de fournir la documentation et les algorithmes écrits en langage naturel par ailleurs que d'encombrer nos sources de commentaires souvent redondants. Dès lors, nous nous servons de commentaires dans nos programmes pour établir les liens indispensables avec leur documentation et à fournir des détails sur l'implémentation de données (variables, structures et tableaux).

Nos programmes ont été écrits en C sur environnement VAX-VMS V4.7. Si les routines développées devaient être exécutées dans un environnement différent, le programmeur chargé de la maintenance de nos produits trouvera regroupées les routines non portables.

Enfin, le mode d'emploi du programme et la description des résultats sont également repris dans les annexes.

## VI.5 RESULTATS OBTENUS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

### A) RESULTATS OBTENUS

Dans les figures qui suivent, nous montrons au lecteur quelques résultats que nous avons obtenus pour la journée du 20 août 1988.

Afin de faciliter la présentation des résultats dans ces figures, nous avons décidé de ne présenter les graphiques que par tranche de trois quarts d'heure. Nos programmes peuvent s'exécuter pour des tranches horaires d'un quart d'heure, comme prévu dans l'analyse fonctionnelle. Il suffit de changer un seul paramètre de nos programmes (voir annexes) pour modifier la finesse de l'analyse.

La figure VI.1 montre les pointes horaires du réseau Mister-Cash. Les deux premières colonnes montrent la tranche horaire examinée, la troisième colonne donne le nombre de transactions comptées pendant la période et la quatrième colonne exprime de façon graphique, en pour cent, les pointes horaires.

On atteint un maximum de transactions en provenance du réseau Mister-Cash entre 11H15 et 11H59.

La figure FVI.2 montre les pointes horaires en provenance du réseau commuté. La présentation est identique à celle adoptée pour les résultats du réseau Mister-Cash.

La figure FVI.3 montre les messages véhiculés par les différents terminaux de la ligne multipoint 006.

Bien que nous décrivions certains résultats plus en détail dans les annexes, nous pouvons affirmer ici que:

- le KON 2420 envoie moins de messages que les autres (138 transactions contre 1262 pour KON 1275). Il faudrait peut-être, si cela est techniquement possible, rééquilibrer le réseau à ce niveau-là.
- le PTO 520 relié au concentrateur 1273 a de nombreux problèmes de communication (102 déconnexions et une disponibilité de 49%) avec son concentrateur. Ces déconnexions répétées justifient les 50 messages V-C-STN\* envoyés par KON 1273 à cause des changements d'état du PTO (voir chapitre III).
- le concentrateur 1275 s'est déconnecté puis reconnecté 6 fois. Le PTO 419 ne s'est pas déconnecté lui-même (TDEC=0) mais, à cause des déconnexions du concentrateur il a dû effectuer 6 phases de connexion (TONL=6).

- il arrive qu'un concentrateur et un terminal se déconnectent en même temps. En effet, le central envoie un message V-C-DEC\* à la fois au concentrateur et au terminal relié à ce concentrateur. C'est le cas pour l'ATM 221 relié au KON 1275, qui effectuera alors 6 phases de connexion (et non 12: 6 pour le terminal et 6 suite à la déconnexion du concentrateur).
- La disponibilité de l'ATM 221 est de 92% tandis que celle du PTO 642 est de 98%. Les phases de connexion du premier sont pourtant moins nombreuses que celles du second. Mais le temps durant lequel le premier terminal fut off-line est plus long. Le nombre de connexions et de déconnexions n'est donc pas directement lié à la disponibilité d'un terminal.
- la disponibilité des PTOs 5299 et 1956, par exemple, n'a pas pu être calculée à cause d'une erreur de protocole dans l'échange des messages entre le central et le terminal.

Nous avons remarqué, à l'examen de nos messages virtuels traités par les programmes de production de résultats, que le plus souvent la reconnexion d'un terminal après sa déconnexion est très rapide. Dès lors, les phases de connexion ne grèvent pas beaucoup la disponibilité des terminaux.

Nous constatons également que les protocoles des terminaux ne se retrouvent pas toujours dans les séquences de messages enregistrés dans le logging. Ainsi, il arrive qu'un message V-C-TRA\* émis à chaud soit directement suivi d'un message V-C-ONL\*, sans enregistrement d'une déconnexion intermédiaire. Dans ce cas, il est impossible de calculer la disponibilité du terminal selon notre procédé décrit au chapitre IV. Il nous semble alors préférable d'examiner le nombre de connexions (V-C-ONL\*) pour détecter les problèmes de communication évidents (comme dans le cas du PTO 520 par exemple).

La figure VI.4 montre les pointes horaires de la ligne multipoint 006 calculées à partir du nombre de bits véhiculés sur le réseau. A chaque message (transaction, balance, ...) correspond une charge sur les lignes multipoint, que nous avons déterminée par la table TIV.2. Les graphiques sont exprimés par rapport à la charge maximale et les pointes horaires sont sensiblement identiques à celles des réseaux Mister-Cash et commuté.

La figure FIV.5 montre quelques résultats obtenus au niveau de l'ensemble des lignes multipoint. Nous donnons le nombre de messages V-C-TRA\* par tranche horaire et le nombre de bits véhiculés sur le réseau pour l'ensemble des messages (pas seulement les V-C-TRA\*), comme pour les lignes multipoint.

Nous avons calculé le temps de réponse moyen, par période de trois quarts d'heure, pour le temps écoulé entre l'envoi d'un message V-C-INQ (resp. V-C-TRA\*) et la réception d'un message V-R-INQ (resp. V-R-TRA) par un terminal. Nous n'oublions pas que le temps de réponse inclut le traitement par le système central (voir point IV.2). La constance de nos résultats, exprimés en centièmes de seconde, peut s'expliquer par un comportement très stable du réseau et du système central, même aux moments de charge plus élevées.

La figure FVI.6 montre le nombre total de messages comptés pour l'exécution de notre programme. Le détail de ces résultats est donné en annexe.

## B) PERSPECTIVES D'AVENIR

Le réseau BANCONTACT est en constante évolution. Nous avons voulu fournir à la société un outil qui soit souple et aisé d'emploi pour s'adapter aux modifications régulières du réseau.

A l'usage de nos programmes, nous remarquons que, malgré quelques études préliminaires approfondies, les résultats obtenus s'écartent un peu de nos espérances.

Le calcul de la disponibilité des terminaux deviendra bientôt caduc car BANCONTACT abandonne petit à petit les concepts de connexion et de déconnexion d'un terminal. Ceci implique aussi que nos programmes rencontrent dans le logging de nouveaux messages qu'ils ne reconnaissent et donc ne comptabilisent pas. La figure FVI.6 montre que 18 messages (sur 360000) ont été ainsi rejetés.

BANCONTACT a également décidé de modifier le protocole d'exécution d'une opération bancaire, c'est-à-dire la demande d'autorisation suivie de la transaction effectuée ou d'un message d'état-carte. Le montant de la transaction à effectuer serait désormais enregistré dans la demande d'autorisation et un message d'annulation ("reverse") serait ensuite échangé et enregistré si l'opération était ensuite annulée.

Ce procédé permettrait d'alléger très considérablement la charge des lignes multipoint par la réduction du nombre de messages qui y transitent.

BANCONTACT a déjà adopté cette méthode dans sa connexion avec un réseau de paiement électronique français. Cette liaison existe depuis juillet 1988 et il ne nous fut pas possible d'en parler dans le cadre de ce mémoire.

Toutefois, il convient de rappeler combien notre outil peut être utile pour déterminer les pointes horaires du réseau qui, à l'expérience, se produisent tous les jours à peu près à la même heure. Il devient alors possible de déterminer les moments les plus appropriés pour effectuer des mesures plus fines, par d'autres moyens tels le branchement de datascope.

Il est également possible de connaître les risques de saturation d'une ligne aux moments de pointe. Sachant qu'une ligne véhicule 6,48 (2400 \* 60 \* 45) Mbits par période de trois quarts d'heure, nous voyons sur la figure VI.4 qu'en pointe nous atteignons 30% de la capacité maximale de la ligne. Il est usuellement toléré pour un système quelconque une charge valant 60 à 70% de sa capacité maximale de traitement.

Notre charge est calculée de façon théorique et il serait bon d'envisager un "feedback" des valeurs que nous avons obtenues dans la table TIV.2 par un examen éventuellement plus précis si nos chiffres s'éloignent de la réalité.

En cas de surcharge et de pertinence de nos mesures, plusieurs solutions peuvent être envisagées parmi lesquelles une répartition différente de la charge sur les lignes (grandement aidée par les résultats fournis comme à la figure FVI.3), par une augmentation de la vitesse de transmission sur les lignes multipoint (des modems V27 autorisent des échanges à 4800 bits par seconde), par le remplacement du protocole d'échange (les messages V-C--TRA\* seraient supprimés et des messages d'annulation d'opération, beaucoup moins nombreux, seraient créés), ou par un routage plus élaboré des messages (à l'aide de jonctions de secours entre les lignes multipoint). Toutes ces solutions sont à l'étude chez BANCONTACT.

Pour le réseau commuté ou Mister-Cash, seul l'ajout de connexions supplémentaires peut résoudre un problème de saturations de l'existant.

Date: 880820 - Pointes horaires en provenance du reseau Mister-Cash

Resultats graphiques exprimes par rapport au maximum (3794) de transactions

DE	A	TRANS	.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....*
0H00	0H44	266	*****
0H45	1H29	216	*****
1H30	2H14	142	****
2H15	2H59	105	***
3H00	3H44	84	***
3H45	4H29	56	**
4H30	5H14	72	**
5H15	5H59	100	***
6H00	6H44	140	****
6H45	7H29	235	*****
7H30	8H14	539	*****
8H15	8H59	1074	*****
9H00	9H44	1929	*****
9H45	10H29	2848	*****
10H30	11H14	3611	*****
11H15	11H59	3794	*****
12H00	12H44	2948	*****
12H45	13H29	2652	*****
13H30	14H14	2926	*****
14H15	14H59	3264	*****
15H00	15H44	3367	*****
15H45	16H29	3368	*****
16H30	17H14	3252	*****
17H15	17H59	3146	*****
18H00	18H44	2474	*****
18H45	19H29	1957	*****
19H30	20H14	1605	*****
20H15	20H59	1180	*****
21H00	21H44	1062	*****
21H45	22H29	893	*****
22H30	23H14	638	*****
23H15	23H59	536	*****

Figure FIV.1 Pointes horaires du reseau Mister-Cash

Date: 880820 - Pointes horaires en provenance du reseau commute

Resultats graphiques exprimes par rapport au maximum (855) de transactions

FROM	TO	TRANS	.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....*
0H00	0H44	25	***
0H45	1H29	14	**
1H30	2H14	21	***
2H15	2H59	13	**
3H00	3H44	6	*
3H45	4H29	10	**
4H30	5H14	3	*
5H15	5H59	4	*
6H00	6H44	2	*
6H45	7H29	0	
7H30	8H14	9	**
8H15	8H59	23	***
9H00	9H44	108	*****
9H45	10H29	336	*****
10H30	11H14	538	*****
11H15	11H59	708	*****
12H00	12H44	541	*****
12H45	13H29	391	*****
13H30	14H14	448	*****
14H15	14H59	629	*****
15H00	15H44	746	*****
15H45	16H29	732	*****
16H30	17H14	855	*****
17H15	17H59	658	*****
18H00	18H44	435	*****
18H45	19H29	144	*****
19H30	20H14	70	*****
20H15	20H59	58	*****
21H00	21H44	56	*****
21H45	22H29	48	*****
22H30	23H14	50	*****
23H15	23H59	24	***

Figure FVI.2 Pointes horaires du reseau commuté



Date: 880820 - Ligne multipoint 006 --- Totaux de la journée

TER	NUMERO	DIGP	TTRA	TSTC	TSTT	TBAL	TGNL	TDEC	TINQ	TBDE	TVDE	KSTN	KSEN	KSHO	KDEC	KONL	????
KJN	...	001275	93%									23	0	0	6	6	0
	PTO	000419	93%	55	16	6	0	6	0	0							0
	ATM	004760	98%	132	24	0	0	6	0	0	0						0
	PTO	000510	98%	55	10	6	0	6	0	0							0
	PTO	001015	93%	37	15	7	1	7	1	0							0
	PTO	000647	93%	26	4	8	1	8	2	0							0
	PTO	000670	93%	30	3	6	0	6	0	0							0
	PTO	000724	98%	32	6	7	0	7	1	0							0
	ATM	000197	???	388	106	31	1	6	0	0	0						0
	PTO	001012	93%	46	7	6	1	6	0	0							0
	PTO	000047	98%	42	10	6	0	6	0	0							0
	PTO	000002	???	23	7	8	1	3	0	0							0
	PTO	002074	93%	29	6	6	1	6	1	0							0
	PTO	004333	93%	23	4	6	1	6	1	0							0
	PTO	004730	98%	13	0	10	4	6	4	0							0
	PTO	006216	93%	35	0	6	1	6	5	0							0
	ATM	000221	92%	296	54	6	0	6	6	0	0						0
TOTAL	KJN	001275		1262	272	125	12	102	21	0	0	23	0	0	6	6	0
KJN	...	001282	93%									14	0	0	5	5	0
	PTO	000606	93%	82	22	6	1	5	1	0							0
	PTO	000651	93%	36	7	7	2	7	2	0							0
	ATM	000147	93%	0	0	0	0	5	0	0	0						0
	ATM	000146	93%	383	112	18	0	5	0	0	0						0
	PTO	002034	93%	39	5	9	2	7	2	0							0
	PTO	004739	93%	6	0	5	1	5	0	0							0
	PTO	006200	93%	43	3	5	1	5	4	0							0
	PTO	007560	93%	51	5	5	0	5	1	0							0
	PTO	007730	93%	56	13	5	0	5	2	0							0
	ATM	000150	???	261	113	47	0	5	3	0	0						0
TOTAL	KJN	001282		957	286	107	7	54	15	0	0	14	0	0	5	5	0
KJN	...	001273	93%									50	6	0	3	3	0
	PTO	000520	43%	75	26	2	0	103	102	0							0
	PTO	000635	93%	31	10	4	1	4	1	0							0
	PTO	000609	93%	53	4	4	1	3	0	0							0
	PTO	002036	93%	58	13	4	1	4	1	0							0
	PTO	000749	93%	75	16	3	1	3	0	0							0
	PTO	000746	93%	57	17	4	1	3	0	0							0
	PTO	005290	???	33	10	6	1	6	4	0							0
	PTO	000967	93%	44	11	6	1	3	1	0							0
	PTO	001056	???	88	10	5	1	4	1	0							0
	ATM	000022	93%	326	133	10	0	3	2	0	0						0
TOTAL	KJN	001273		840	255	48	8	136	112	0	0	50	6	0	3	3	0
KJN	...	002420	100%									1	0	0	0	0	0
	PTO	006880	100%	11	0	0	1	0	0	0							0
	PTO	006890	100%	23	2	0	0	0	0	0							0
	PTO	005281	100%	5	2	0	0	0	0	0							0
	PTO	007000	100%	8	2	1	0	0	0	0							0
	EFT	006285	100%	46	3	0	1	0	0	0							0
	EFT	008664	100%	45	3	1	0	1	1	0							0
TOTAL	KJN	002420		138	17	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
TOTAL	LIGNE			3197	830	282	29	293	149	0	0	88	6	0	14	14	0

Figure FVL.3 Messages d'une journée sur ligne multipoint 006

Date: 880820 - Pointes horaires de cette ligne multipoint

Resultats graphiques exprimes par rapport a la charge maximale (1183282 bits)

DE	A	TPA.IS	CHARGE	.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....*
0H00	0H44	20	560700	*****
0H45	1H29	7	325017	*****
1H30	2H14	12	181244	*****
2H15	2H59	8	33357	***
3H00	3H44	5	140117	*****
3H45	4H29	7	40130	****
4H30	5H14	3	86121	*****
5H15	5H59	12	30111	*****
6H00	6H44	15	60151	*****
6H45	7H29	11	219753	*****
7H30	8H14	41	370976	*****
8H15	8H59	65	444016	*****
9H00	9H44	134	632328	*****
9H45	10H29	193	867676	*****
10H30	11H14	235	1183282	*****
11H15	11H59	237	1107913	*****
12H00	12H44	181	1000300	*****
12H45	13H29	180	801171	*****
13H30	14H14	192	864108	*****
14H15	14H59	206	1104233	*****
15H00	15H44	220	1067948	*****
15H45	16H29	192	932343	*****
16H30	17H14	174	829398	*****
17H15	17H59	148	685307	*****
18H00	18H44	133	582812	*****
18H45	19H29	132	777015	*****
19H30	20H14	104	614267	*****
20H15	20H59	98	498096	*****
21H00	21H44	70	349621	*****
21H45	22H29	61	480404	*****
22H30	23H14	47	350331	*****
23H15	23H59	34	162354	*****

Figure FVI.4 Charge de la ligne multipoint 006

Date: 880820 - Pointes horaires du reseau des lignes multipoint  
 Resultats graphiques exprimes par rapport a la charge maximale (70518710 bits)

DE	A	TRANS	CHARGE	INQ	TRA	.....2.....4.....6.....8.....*
0H00	0H44	1254	11075432	29	24	*****
0H45	1H29	837	7653627	28	25	*****
1H30	2H14	574	5932620	28	25	*****
2H15	2H59	416	4649357	26	22	*****
3H00	3H44	286	3930086	28	23	*****
3H45	4H29	267	3506112	31	24	*****
4H30	5H14	314	3822136	27	24	*****
5H15	5H59	453	5138021	31	26	*****
6H00	6H44	719	6662151	28	25	*****
6H45	7H29	1421	11301697	29	25	*****
7H30	8H14	2774	17417716	29	26	*****
8H15	8H59	5046	26866436	27	24	*****
9H00	9H44	9517	46384361	27	24	*****
9H45	10H29	13303	62815309	28	24	*****
10H30	11H14	14419	70518710	29	25	*****
11H15	11H59	14112	68610934	28	25	*****
12H00	12H44	11037	54112037	27	24	*****
12H45	13H29	9886	49356758	27	23	*****
13H30	14H14	11128	54688692	27	23	*****
14H15	14H59	12451	61252597	28	25	*****
15H00	15H44	12036	59050336	28	24	*****
15H45	16H29	11707	57227232	28	24	*****
16H30	17H14	11266	54494572	28	24	*****
17H15	17H59	10418	50803893	27	23	*****
18H00	18H44	9637	43628956	27	23	*****
18H45	19H29	7260	37882136	26	23	*****
19H30	20H14	6255	34681516	26	23	*****
20H15	20H59	5072	28688382	26	22	*****
21H00	21H44	4129	24918502	27	23	*****
21H45	22H29	3487	20138647	26	22	*****
22H30	23H14	2499	15842570	26	21	*****
23H15	23H59	1818	13765460	26	22	*****

Figure FVI.5 Charge et temps de réponse pour l'ensemble du réseau des lignes multipoint

Date: 880820 - Resultats globaux pour le reseau

Supervision	:	16560
Rejet date fausse	:	17159
Rejet erreur log.	:	18
Transactions	:	253312
Etat carte	:	71409
Autorisation	:	112
Etat terminal	:	8292
Balance Mister-Cash:		1
Balance terminal	:	3053
Demande connexion	:	226
Initialisation EOI	:	654
Initialisation INI	:	6481
Connexion on-line	:	5005
Deconnexion forcee	:	716
Demande deconnexion:		4324
Balance depot	:	0
Validation depot	:	0
Recapitul. concent.:		6944
Etat concentrateur	:	45
Communications conc:		0
Autres	:	0

Figure FVI.6 Messages traités par notre programme

## CONCLUSION

Nous avons voulu, dans ce mémoire, fournir à BANCONTACT un outil résumant nos connaissances du réseau.

Le texte de ce mémoire nous semble avant tout une vue d'ensemble de l'organisation du réseau BANCONTACT. C'est pourquoi nous avons envisagé les deux aspects essentiels des activités de la société, la gestion d'un réseau de télécommunications et la gestion de services divers et performants pour le paiement électronique.

Ces deux aspects de la société sont étroitement liés et la gageure consistait à évaluer le premier objet à l'aide du second. Nous avons donc tenu à nous attarder à la fois à l'échange des messages dans nos deux premiers chapitres et à ces messages eux-mêmes dans le troisième chapitre.

Dans le quatrième chapitre, nous avons ensuite déterminé des liens théoriques entre les messages et la possibilité d'évaluer le réseau à partir de ceux-ci.

Ceci nous a conduit à un programme que nous avons spécifié au chapitre cinq et décrit au chapitre six.

Nous pensons avoir tenu notre pari dans la mesure où l'outil que nous avons développé permet d'envisager un meilleur équilibre du réseau (certaines lignes multipoint sont nettement plus chargées que d'autres) et à détecter à la fois les moments et les endroits des éventuelles surcharges.

Malheureusement, le logging ne nous permet guère de précision dans notre évaluation du réseau. Comme BANCONTACT traite un volume énorme d'informations tous les jours et qu'il est difficile de mesurer en permanence et de façon systématique la charge, le temps de réponse ou la disponibilité du réseau, nous souhaitons que notre outil aide simplement les développeurs à travers leurs démarches: Que mesurer? Quand mesurer? Quelles solutions apporter?

Par ailleurs, au fil de ce travail, nous avons conduit le lecteur à travers tout le fonctionnement du réseau. Nous espérons qu'il aura ainsi un aperçu positif des activités de BANCONTACT.

BANCONTACT nous a en effet montré l'importance qu'elle attache à fournir des services performants dans un environnement en constante mutation. Déjà quelques changements sont survenus pendant notre rédaction, preuve de pérennité dans le dynamisme et dans la recherche de solutions efficaces et peu coûteuses.

Nous espérons que ces quelques pages y ont contribué.

# BIBLIOGRAPHIE

- I.1 C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, TELEINFORMATIQUE, Dunod, Paris, 1984.
- I.2 idem, p. 614.
- I.3 ibidem, p. 15.
- I.4 ibidem, p. 608.
- I.5 ibidem, pp 1 et 616.
- I.6 ibidem, p. 2.
- I.7 ibidem, p. 3.
- I.8 ibidem, p. 17.
- I.9 ibidem, pp 12 à 20 (extraits).
- I.10 ibidem, pp 174 et 175.
- I.11 ibidem, p. 604.
- I.12a ibidem, pp 374 à 376 (extraits).
- I.12b BANCONTACT S.C., LE SYSTEME TEMPS REEL, document interne BCT2.GOF.REAL, 17 octobre 1985, p. IV.6.
- I.13 C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, op. cit., p. 643.
- I.14 A.S. TANENBAUM, COMPUTER NETWORKS, Prentice Hall, New-York, 1981, p. 15.
- I.15 M.-E. ANGELOT, Th. DELROISSE et Ch. FRANSSENS, SPECIFICATIONS D'UN AGENT DE TRANSFERT DE MESSAGES DANS LE CADRE D'UNE MESSAGERIE ELECTRONIQUE DE TYPE X400: DEFINITION, CONCEPTION ET INTEGRATION DE TRAITEMENTS PARALLELES EN VUE D'UNE IMPLEMENTATION SOUS UNIX VERSION 7, Facultés Notre-Dame de la Paix, Namur, 1987.
- I.16 A. TANENBAUM, op. cit., p. 16.
- I.17 idem, pp 17 et 178 (extraits).
- I.18 ibidem, p. 18.
- I.19 ibidem, p. 19.
- I.20 ibidem, p. 21.
- I.22 C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, op. cit., pp 178 et 179.
- I.23 IBM, LA PROCEDURE BSC2780, document GA 27-30042.
- I.24 idem  
et C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, op. cit., pp 185 à 188.
- I.25 C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, op. cit., p. 615.
- II.1 idem, p. 58.
- III.1 M.-E. ANGELOT, Th. DELROISSE et Ch. FRANSSENS, op. cit., chapitre V.  
et G. von BOCHMANN, CONCEPTS FOR DISTRIBUTED SYSTEM DESIGN, Springer Verlag Berlin, Heildeberg, 1983.
- III.2 BANCONTACT S.C., INTERFACES INTERNES, document interne, BANCONTACT, 26 janvier 1988.
- IV.1 E. JENAER, DISPONIBILITE DES TERMINAUX: PREETUDE, document interne, BANCONTACT, decembre 1986.
- IV.2 C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, op. cit. p. 395.
- IV.3 idem, p. 390.
- IV.4 J.-P. CARDINAEL, COURS DE GESTION DES RESSOURCES INFORMATIQUES, 3ème licence, FUNDP Namur, Namur, 1987.
- IV.5 C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, op. cit., p. 390.
- IV.6 D. GUILLEMOT et N. LEIRENS, DETERMINATION DU DEBIT UTILE ET EVALUATION DE LA CHARGE DES MULTIPOINTS, rapport interne, BANCONTACT, avril 1988.
- IV.7 C. MACCHI et J.-F. GUILBERT, op. cit., p. 166.

- V.1 A. van LAMSWEERDE, METHODOLOGIE DE DEVELOPPEMENT DE LOGICIELS, 2ème licence, FUNDP Namur, Namur, 1986.
- V.2 F. BODART, CONCEPTION ASSISTEE DES APPLICATIONS INFORMATIQUES, ETUDE D'OPPORTUNITE ET ANALYSE CONCEPTUELLE, Masson, Namur, 1986.
- V.3 idem, p. 15.
- V.4 ibidem, p. 15.
- V.5 ibidem, p. 19.
- V.6 ibidem, p. 26.
- V.7 ibidem, p.40.
- VI.1 A. van LAMSWEERDE, op. cit.
- VI.2 M.-E. ANGELOT, Th. DELROISSE et Ch. FRANSSENS, op. cit., chapitres V et VI.